

РЕФЕРАТ

Дипломний проект присвячено підвищення якості готового металопродукту за рахунок реалізації процесу поперечного різання листового металопродукту на ножицях з дуговим ножом шляхом его перекочування. Проект містить пояснювальну записку з 5 частин і графічний матеріал.

В спеціальній частині приведено стислий опис та коротку характеристику стану 3000, вказані недоліки в роботі основного обладнання. Проведений аналітичний огляд. Враховуючи досвід експлуатації та проектування механізмів машини запропоновано замінити гільйотинні ножиці на ножиці з перекочуванням різку. На підтвердження цих заходів виконаний ряд розрахунків на міцність та енергосилових параметрів.

В другому розділі розроблено технологічну послідовність розбирання ножиць та розраховані стропи. Розроблено порядок збирання, монтажу та вивірювання машини. Наведено вимоги до змашення ножиць, а також до їх ремонту та ревізії.

Організаційна частина присвячена характеристиці ремонтного господарства металургійного комбінату і товстолистового цеху, обов'язкам ремонтного, чергового та експлуатаційного персоналу, а також наведено систему оплати праці та преміювання у товстолистовому цеху.

Проведено розрахунок економічного обґрунтування заходів проекту.

В частині «Охорона праці та техніка безпеки» проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів та розроблені заходи щодо безпеки праці та пожежної безпеки.

Повний зміст проекту викладено на 70 сторінках формату А4 та 10 сторінках додатків, що містять 5 креслень загальним обсягом 5 аркуші формату А1 та специфікації до них. Текстова частина містить 21 рисунок та 6 таблиць, перелік джерел посилання складається з 9 найменувань.

Ключові слова: ножиці; поперечне різання; дуговий ніж; перекочування різку.

Зміст

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ	5
ВСТУП.....	7
1. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Стислий опис стану 3000.....	8
1.2 Коротка характеристика технологічного процесу	8
1.3 Недоліки у роботі обладнання цеху.....	8
1.4 Аналітичний огляд.....	10
1.4.1 Конструкції ножиць для поперечного різання листового металопрокату.....	10
1.4.2 Патентний огляд	12
1.5 Розробка заходів проекту	20
1.6 Ножиці поперечного різання (ножиці з перекочуванням різу)	20
1.6.1 Призначення ножиць з перекочуванням різу	20
1.6.2 Технічна характеристика.....	20
1.6.1 Технічний опис	23
1.7 Вузли і механізми ножиць	24
1.8 Розрахункова частина	28
1.8.1 Визначення зусилля різання.....	29
1.8.2 Визначення моментів, що крутять	30
1.8.3 Вибір електродвигуна.....	34
1.8.4 Перевірка зубчатого зачеплення	35
2. МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ	40
2.1 Технологічна послідовність розбирання	40
2.2 Розрахунок та вибір канату для стропів	40
2.2.1 Стропування вантажу	41
2.2.2 Розрахунок строп	45
2.3 Монтаж ножиць.....	46
2.4 Змащування	47
2.5 Ремонт і ревізія.....	48
3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	51
3.1 Характеристика ремонтного господарства металургійного комбінату і товстолистого цеху.....	51
3.2 Обов'язки ремонтного, чергового та експлуатаційного персоналу	54
3.3 Система оплати праці та преміювання у товстолистому цеху.....	56

4.	ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРОБОК	60
4.1	Розрахунок економічної ефективності заходів проекту	60
5.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	61
5.1	Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів	61
5.2	Заходи щодо безпеки праці	65
5.3	Заходи щодо пожежної безпеки	67
	ВИСНОВКИ	69
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	Ошибка! Закладка не определена.
	ДОДАТКИ	71

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

НКПО – низькотемпературна контрольована прокатка з прискореним охолодженням;

ВКПО – високотемпературна контрольована прокатка з прискореним охолодженням;

НПР – ножиці поперечного різання;

ПТЕ – правила технічної експлуатації;

B – довжина хорди ножа;

R_H – радіус дуги ножа;

k_1 – коефіцієнт переходу від межі міцності при розтягуванні до межі міцності при зрізанні;

k_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні ножів в процесі тривалої експлуатації;

k_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при збільшенні бокового зазору між ножами в процесі тривалої експлуатації;

σ_b – межа міцності металу на розтягуванні;

ε_H – коефіцієнт надрізу;

α – кут різання;

h – товщина металу, що розрізується;

T – горизонтальне зусилля різання;

e – ексцентриситет ексцентрикового валу;

H – хід верхнього ножа;

Δ – перекриття;

y – просвіт між ножами;

Z_b – вмивання ножа в метал;

ε_b – коефіцієнт вмивання;

φ – кут обертання ексцентрикового валу;

$\mu = 0,1$ – коефіцієнт тертя в напрямних;

M_1, M_2, M_3 – момент, що крутить, на ексцентриковому валу;

$M_{рез}$ – момент різання приведений до валу електродвигуна;

w_e – кутова швидкість обертання ексцентрикового валу;

N – потужність електродвигуна;

M_H – номінальний момент електродвигуна;

$t_{\text{ц}}$ – час одного циклу різання (одного оберту валу ексцентрика);

$t_{\text{р}}$ – час різання;

ВСТУП

У сучасних умовах однією з найголовніших задач чорної металургії є зниження собівартості прокату чорних металів, при значному підвищенні якості металопродукції. Ця задача вирішується головним чином шляхом широкого технічного переозброєння підприємств чорної металургії. До числа важливих заходів у рішенні цієї задачі відноситься реконструкція вже існуючих виробництв, з метою підвищення якості, надійності, економічності і продуктивності машин і устаткування.

У процесі розвитку чорної металургії значно підвищилися вимоги до надійності агрегатів і устаткування. Висока експлуатаційна надійність металургійних машин досягається завдяки застосуванню найбільш сучасних методів технічного обслуговування і ремонтів.

Особливу увагу слід приділити питанням підвищення надійності прокатного устаткування, що характеризується підвищеною інтенсивністю процесу, складністю конструкції та дією високих температур.

Основним напрямком розвитку металургії є завдання підняти технічний рівень галузі, підвищити якість металу. Для цього необхідно відновлювати застаріле обладнання, впроваджувати прогресивні технології, удосконалювати структуру виробництва.

Вирішення поставлених задач невід'ємно пов'язане з прискоренням науково-технічного прогресу в металургії та металургійному машинобудуванні, з побудовою високовиробничих машин та агрегатів високої надійності та довговічності.

У зв'язку з такими вимогами в дипломному проекті розглянула модернізацію ділянки термічного відділення стані 3000 шляхом демонтажу гільйотинних ножиць і заміна їх ножицями сучасної конструкції з так званим "перекочуванням" різку (дугоподібним верхнім ножом).

Це дозволяє усунути несправний дефект товстолистового металу підвищити якість продукції, а також ціну листа на ринку металу.

1. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Стислий опис стану 3000

Стан 3000, призначений для прокатування товстих листів товщиною від 6 до 50 мм, шириною від 1500 до 2800 мм, завдовжки до 26000мм. До складу основного та допоміжного обладнання входять кліті кварто «чорнова» і «чистова», байпас, рольганги-холодильники, крани, листоправильні машини, маркувальна машина, ножиці подовжнього та поперечного різання, шлепера, передаточні теліжки.

1.2 Коротка характеристика технологічного процесу

Прийняті дві основні схеми технологічного процесу, які пред'являють найбільш жорсткі вимоги до обладнання та систем автоматизації:

- низькотемпературна контрольована прокатка з прискореним охолодженням (НКПО);
- високотемпературна контрольована прокатка з прискореним охолодженням (ВКПО).

Обидві схеми передбачають обмеження на деформацію в зоні температур 960...880°C та реалізуються за дві стадії прокатки:

- перша стадія виконується в чорновій кліті до досягнення : товщини прокату, в 3...3,5 рази перевищуючої товщину готового листа, при цьому температура закінчення першої стадії прокатки
- друга стадія починається з прокатки підкату в чистовій кліті з товщиною в 3...3,5 рази перевищуючою товщину готового листа при температурах 830...880°C (ВКПО) і 730...800°C (НКПО), і закінчується при температурі 800...850°C (ВКПО) і 720...750°C

Після останньої деформації смуги проводиться прискорене контрольоване охолодження до температури 700...550 (500)°C, що забезпечує формування необхідної дисперсної структури для всього заданого сортаменту. Зниження температури кінця прискореного охолодження супроводжується підвищенням міцності при збереженні високої ударної в'язкості і пластично підвищенням стійкості до сірководневого розтріскування та покращення структури.

1.3 Недоліки у роботі обладнання цеху

Холодильники і стелажі

Під час реконструкції був встановлений холодильник з крокуючими балками. Недоліком конструкції даного холодильника є наявність конічних редукторів в приводі механізму підйому.

Дискові ножиці з кромкоподрібнювачами

Недоліки існуючої конструкції: 1) незадовільна чистота кромки, задирки, рвана кромка; 2) випадки отримання серповидних листів.

Недоліки конструкції чорнової кліті КВАРТО стану 3000:

1. Недолік конструкції кріплення валкових муфт на робочих валках. Валкові муфти на робочі валки насаджуються по посадці, що ковзає. Конструкція кріплення муфти на цапфі валка робиться за допомогою гвинта з метричною різьбою М56 з кроком 3 мм. При прокатці на кліті у робочому режимі фіксуючий муфту гвинт викручується, таким чином муфта може вільно зміщуватися по посадочному місці валка. При зміщенні кінці муфти розвальцовуються о шпіндельну головку, що призводить до проблемного виводу робочих валків при перевальці та пошкодженню бронзових вкладишів розвальцьованим краєм муфти. Фахівцями ТЛЦ 2 та технічним відділом була розроблена конструкція фіксуючого шплінта, який не дає викручуватися гвинту з валкової муфти, тим самим усунули цей недолік.

2. Недолік конструкції шпинделів приводу блоків станинних роликів. Шпинделі станинних роликів складаються з шпинделя та двох грибовидних зубчастих обойм посаджених з двох сторін шпинделя. Зубчаста обойма зі сторони блока станинних роликів посаджена пресовою посадкою на циліндричний хвостовик з призматичною шпонкою, а зубчаста обойма зі сторони редуктора привода надіта на шпинделя по шліцам. При інтенсивній прокатці важких слябів - шліцьове з'єднання шпинделя з зубчастою обоймою не витримує динамічних навантажень і шліці зрізуються. Фахівцями ТЛЦ 2 була запропонована конструкція з'єднання шпинделя з зубчастою обоймою по посадці на конус з призматичною шпонкою. Фіксація зубчастої обойми на валу робиться за допомогою гайки на торці валу з фіксуючою шайбою.

3. Недолік конструкції кріплення кришок підшипникових опор робочого рольганга до і за чорновою кліттю. Проектом НКМЗ передбачено кріплення кришок підшипникових опор робочих рольгангів за допомогою однієї шпильки М36 на дві кришки. За інтенсивної прокатки шпилька не витримує (ламається). На теперішній час технічного рішення по усуненню цього недоліку немає.

4 Недолік конструкції проміжних валків робочих рольгангів кліті. Передача моменту від електродвигуна до роликів робочих рольгангів робиться за допомогою проміжних валків з зубчастими муфтами.

Конструкція даного валу не дозволяє призводити заміну ролика при наявності аварійної ситуації без демонтажу самих проміжних валів та двигунів, тобто для заміни ролика необхідно з початку демонтувати електродвигун, проміжний вал і тільки після цього можна демонтувати сам ролик. На теперішній час технічного рішення по усуненню цього недоліку немає.

1.4 Аналітичний огляд

1.4.1 Конструкції ножиць для поперечного різання листового металопрокату

Ножиці з похилим ножом [1-4] в залежності від схеми різання можуть мати гільйотинний або шевронний ножі і конструкційне виконання двох типів: відкритого і закритого (рис. 1.1, а, б).

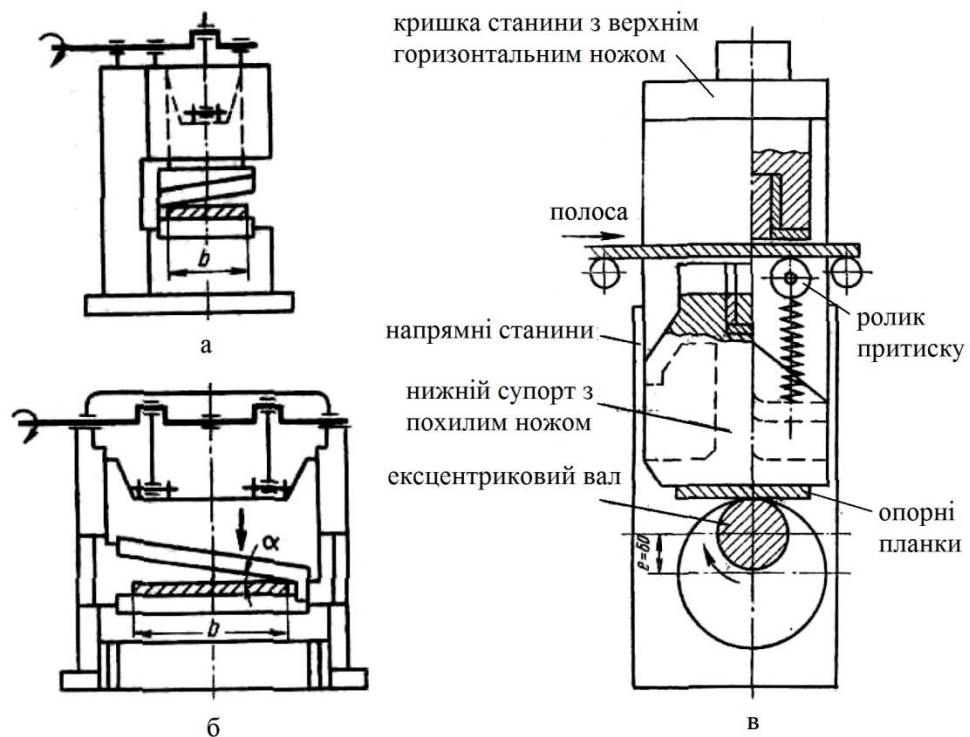


Рисунок 1.1 – Конструктивні схеми ножиць з похилим ножом: а – гільйотинні відкритого типу з верхнім різанням; б – гільйотинні закритого типу з верхнім різанням; в – гільйотинні з нижнім різанням

У гільйотинних ножиць кут між ножами залежить від розрізуваного металу, але не має перевищувати $10...12^\circ$, щоб уникнути його виштовхування з ножів.

Шевронні ножі дозволяють при такому ж куті нахилу зменшити їх хід в 2 рази. Ножиці закритого типу виконують з верхнім або нижнім різанням. У гільйотинних ножицях з нижнім різанням нижній ніж може бути встановлений прямо або похило (рис. 1.1, в). При використанні шевронного ножа нижній ніж встановлюють прямо.

Однак, суттєвим недоліком в роботі гільйотинних ножиць, як з похилими, так і з шевронними ножами є в більшості випадків істотна деформація (вигин і скручування), тої частини листа, що при розділенні контактує з похилим або шевронним ножем, що значно знижує якість готового листа.

В значній мірі знизити або навіть виключити даний недолік дозволяють ножиці з криволінійним або дуговим ножем, що реалізують процес різання за рахунок перекочування ножа [13,40,42-47], конструктивні схеми яких представлені на рис. 1.2.

Залежно від способу реалізації кругового руху дугового ножа відомі конструкції двокривошипних ножиць з копиром (рис. 1.2, а) і з коромислом [1-4].

Недоліком двокривошипної схеми приводу є досить складна кінематика. Співробітниками ВАТ КО ВНИИМЕТМАШ була розроблена конструкція однокривошипних ножиць з перекочуванням ножа (рис. 1.2, б).

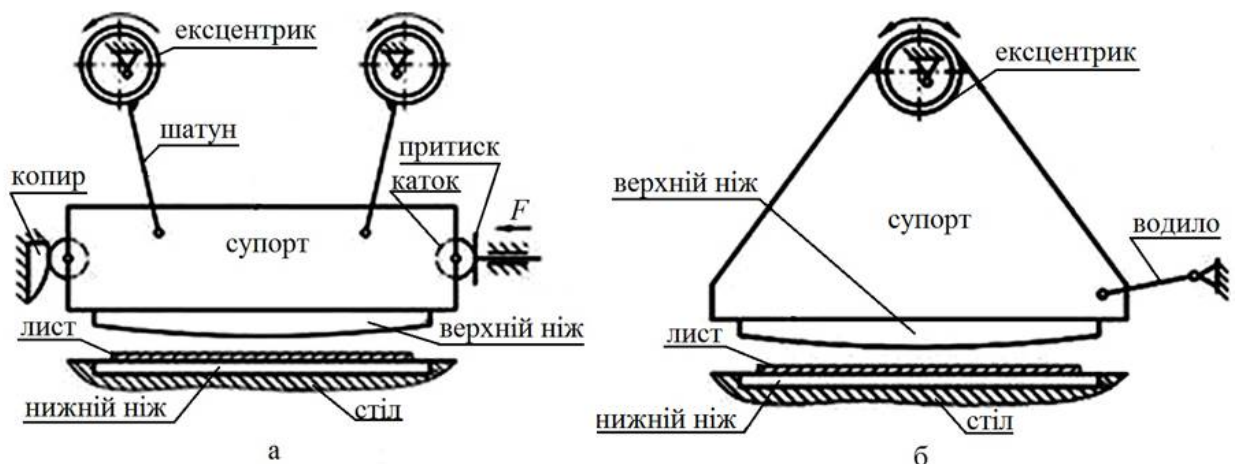


Рисунок 1.5 – Конструктивні схеми ножиць з перекочуванням ножа:
а – двокривошипні з копиром; б – однокривошипні

Якість різання на ножицях з перекочуванням ножа забезпечується за рахунок застосування дугового ножа з великим (20...50 м) радіусом, що забезпечує мінімізацію кута різання 1,5...2°.

1.4.2 Патентний огляд

Відомий ніж для ножиць, в яких різ здійснюється з перемінним кутом різання [5] в якому, з метою зменшення зусилля різання шляхом збереження величини кута врізання при зменшенні перекриття, друга ділянка ріжучої кромки ножа з вихідної сторони виконана із змінною кривизною. Змінна кривизна визначається рівнянням:

$$x^2 + (y - R + ax)^2 = (R - ax)^2,$$

де y ; x – поточні координати ріжучої кромки, відлічені від точки сполучення ділянки ріжучої кромки ножа з постійною кривизною розрахованого діаметра;

R – радіус ділянки ріжучої кромки з постійною кривизною;

$a = 2 \dots 10$ – постійний коефіцієнт, що залежить від обраної траєкторії руху ріжучої кромки ножа.

На рисунку 1.3 зображений пропонований ніж, загальний вид.

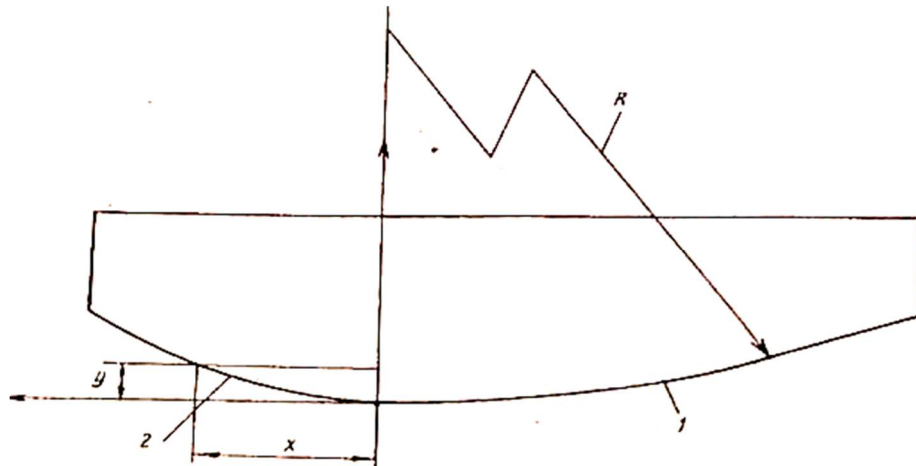


Рисунок 1.3 – Загальний вид ножа

Ніж містить криволінійну ріжучу кромку, яка виконана на ділянці 1 із вхідної сторони з постійною кривизною як частина дуги окружності радіусу K , яка визначається формулою:

$$R = \frac{S_{max} + c}{1 - \cos \alpha}$$

де S_{max} – максимальна товщина листа, розрізаємо на ножицях;

c – величина перекриття (зазвичай 5 мм);

α – кут врізання, що приймається рівним 2...6° в залежності від призначення ножиць, а на ділянці 2 з вихідної сторони – зі змінною монотонно збільшувальною кривизною, визначається за формулою:

$$x^2 + (y - R + ax)^2 = (R - ax)^2.$$

При цьому зменшення кута врізання в міру зменшення перекриття компенсується його збільшенням за рахунок монотонного зростання кривизни ріжучої кромки.

Ніж працює таким чином.

Після впровадження ножа лист, котрий розрізується, ніж рухається вздовж деякої лінії (здійснюється перекочування різу). Після закінчення різання ніж своїм другим кінцем виконаним зі змінною кривизною, продовжує різання при збереженні приблизно постійного зусилля різання.

Економічний ефект від впровадження ножа забезпечує зниження необхідності зусилля різання на 10%, що в свою чергу дозволяє знизити потужність, що підводиться до ножиць і зменшити вагу ножиць приблизно на 2%.

Також відомий ніж для ножиць з перекочуванням різу, ріжуча кромка якого виконана у вигляді сполучених між собою початкового і кінцевого ділянок [6].

При різанні відомим ножом в початковій стадії виникають великі зусилля різання.

З метою зменшення зусилля різання в початковій стадії різання в ножі для ножиць з перекочуванням різу, ріжуча кромка якого виконана у вигляді сполучених між собою початкового і кінцевого ділянок, початкова ділянка ріжучої кромки виконана прямолінійно і дотично до кінцевої ділянки, утвореної дугою кола постійного радіуса, при цьому точка сполучення прямолінійного та радіусного ділянок визначається кутом за такою залежністю:

$$\varphi = \frac{x_0}{R} = \arccos \frac{R - \Delta - (1 - a)(H \mp \Delta)}{R} \quad (2.1)$$

де φ – кут між вертикальною віссю симетрії ножиць і прямої, що проходить через центр кола утворює початкової ділянки ріжучої кромки ножа в нижньому положенні і точку сполучення (кут φ – позитивний при русі проти часової стрілки).

x_0 – відстань від центра кола радіусної частини ножа, на початку руху по траєкторії обкатки до вертикальної осі симетрії ножиць, яка визначається, наприклад, як половина відстані між осями ексцентрикових валів приводу ножиць, тобто до прямої, що проходить через центр кола радіусної частини ножа у вихідному положенні;

R – радіус криволінійної частини ножа;

Δ – перекриття ножів;

a – коефіцієнт, величина якого лежить в межах $1 > a > \varepsilon_{\text{над}}$;

H – максимальний робочий хід ножа визначається як $h + \Delta$;

h – максимальна товщина розрізаємого листа;

$\varepsilon_{\text{над}}$ – глибина відносного надрізу

На рисунку 1.4 схематично зображені ножиці, а на рис. 1.5 – схема різання листа.

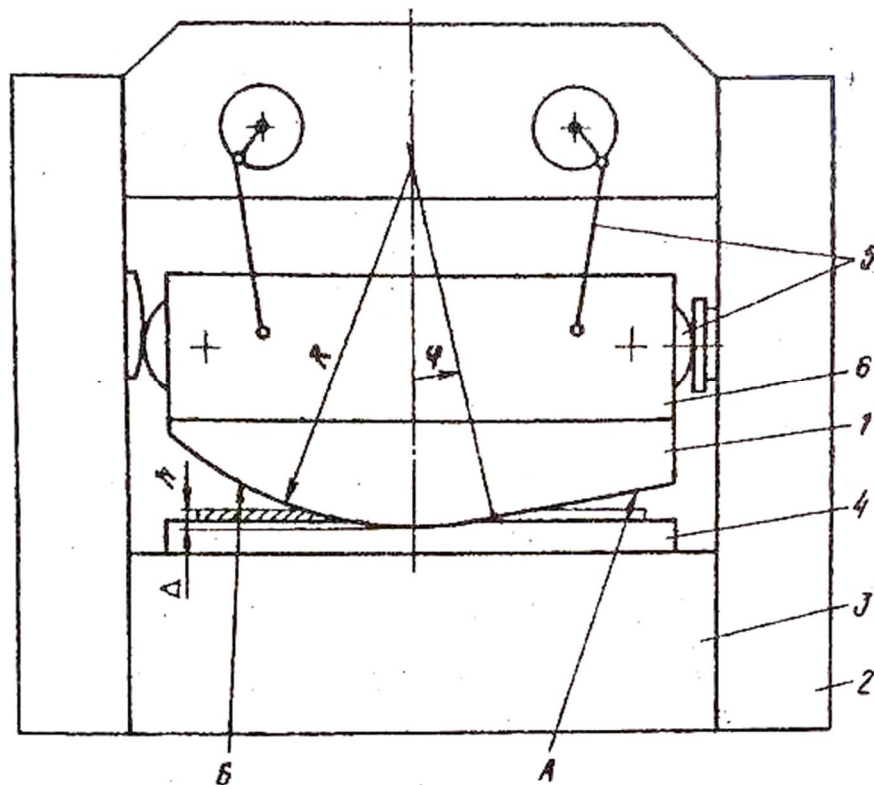


Рисунок 1.4. – Схематичне зображення ножиць

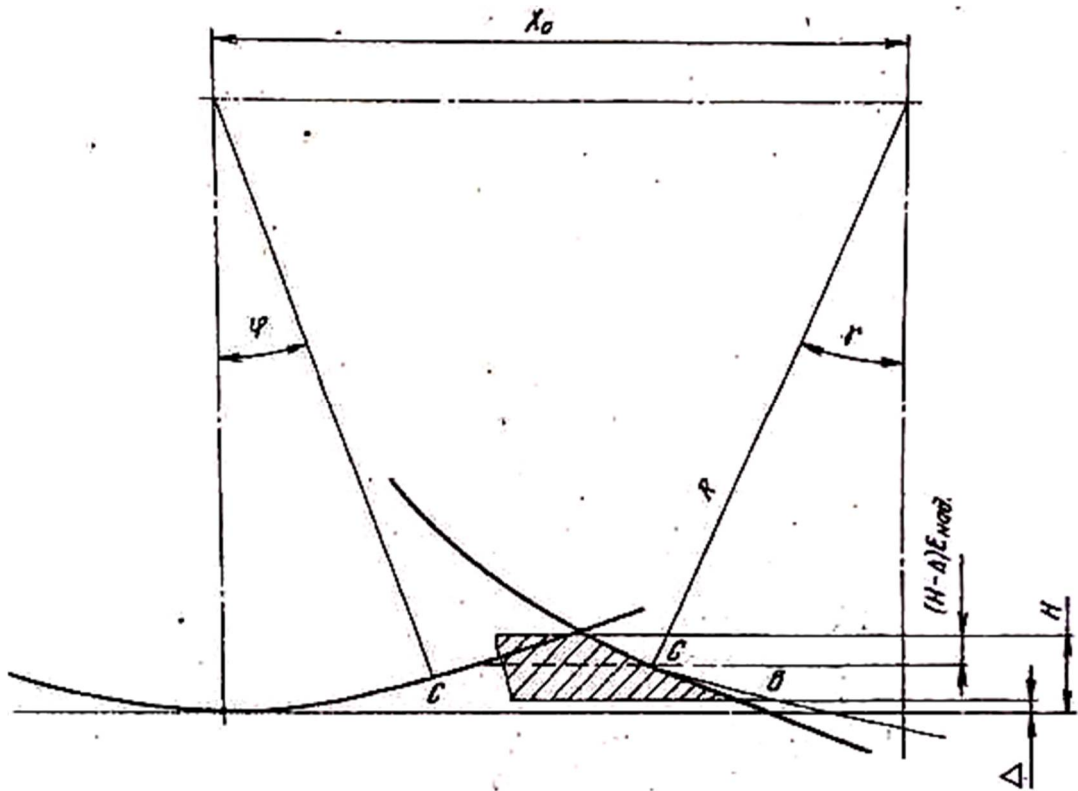


Рисунок 1.5 – Схема різання листа

Запропонованим рухомим ножем 1 забезпечені ножиці, що містять станину 2, ножовий стіл 3, нерухомий ніж 4 з прямолінійною ріжучою кромкою, укріпленої на ножовому столі, механізм формування траєкторії руху рухомого ножа 5, супорт 6, на якому укріплений ніж 1.

Ріжуча кромка рухомого ножа 1 складається з двох сполучених ділянок, прямолінійного А і криволінійного Б. Точка сполучення прямолінійного А і криволінійного Б ділянок визначається залежністю (2.1).

Точка сполучення прямолінійної з криволінійною частиною ріжучої кромки ножа, як показують розрахунки повинна лежати між точками С і В, обумовленими перетином криволінійної частини ножа на початку "обкатки" з лінією початку відколу листа, або з нижньою поверхнею листа, тобто в діапазоні:

$$(1 - a)(H \mp \Delta)$$

Приймаємо за точку сполучення точку С.

Зі схеми на рис. 1.5 видно, що

$$\varphi = \omega - \gamma \quad (2.2)$$

де ω – кут «обкатки» дорівнює

$$\omega = x_0/R \quad (2.3)$$

γ – кут врізання, величина якого, як видно зі схеми на рис. 1.3, визначається виразом:

$$\cos \gamma = \frac{R - \Delta - (1 - a)(H \mp \Delta)}{R} \quad (2.4)$$

Пропонований ніж працює таким чином.

У початковій стадії різання впровадження рухомого ножа відбувається прямолінійним ділянкою А ріжучої кромки під певним заздалегідь вибраним кутом нахилу до поверхні розрізаемого листа, причому цей кут не залежить від кривизни криволінійної частини ріжучої кромки.

У міру впровадження прямолінійного ділянки А ріжучої кромки в лист кут врізання плавно змінюється і досягає величини, обраної для траєкторії різання криволінійним ділянкою Б ножа ("обкатки"). Потім рухомий ніж робить рух "обкатки" до повного розрізання листа.

Економічний ефект від впровадження описаного ножа утворюється за рахунок зниження зусилля різання в початковій стадії різання, що дозволяє зменшити вагу ножиць.

Відомі ножиці [7] для різання листа, що містять станину із закріпленим на ній нерухомим ножем, ножову балку з верхнім ножем з перекочуванням різку, кривошипний вал а шатуном і повзун, змонтований на осі, укріпленої в ножовій балці, і встановлений в напрямних станини, відрізняються тим, що з метою зменшення габаритів, зниження потужності приводу і забезпечення двостороннього перекочування різку, вони забезпечені копіром, закріпленим на ножовій балці, виконаним з циліндричною поверхнею, паралельної кромці верхнього ножа, і балкою з горизонтальною поверхнею, встановлений на станині, при цьому копір встановлений з можливістю взаємодії з горизонтальною поверхнею балки і притиснутий до останньої за допомогою силового циліндра.

З метою зменшення габаритів, зниження потужності приводу і забезпечення двостороннього перекочування різку в ножиці для різання листа, що містять станину із закріпленим на ній нерухомим ножем, ножову балку з верхнім ножем з перекочуванням різку, кривошипний вал з шатуном і повзун, змонтова-

ний на осі, укріпленої в ножовий балці, і встановлений в напрямних станини, забезпечені копіром, закріпленим на ножовий балці, виконаним з циліндричною поверхнею, паралельної кромці верхнього ножа, і балкою з горизонтальною поверхнею, встановленою на станині, при цьому копір встановлений з можливістю взаємодії з горизонтальною поверхнею балки і притиснутий до останньої за допомогою силового циліндра.

На рис. 1.6 показані відомі ножиці [7], вид спереду; на рис.1.7 – розріз А-А з рис. 1.6; на рис. 1.8 – розріз Б-Б з рис. 1.6; на рис. 1.9 – розріз В-В з рис. 1.7; на рис. 1.10 – схема роботи ножиць при різних положеннях верхнього.

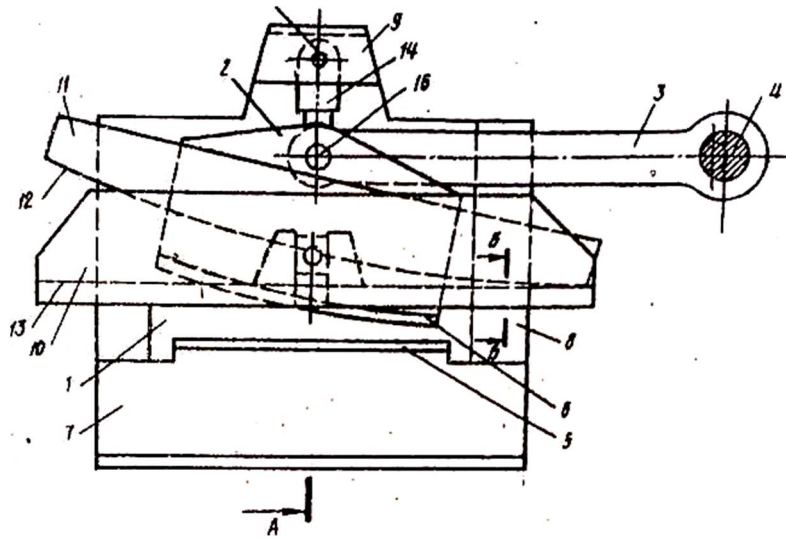


Рисунок 1.6 – Ножиці з перекочуванням різку. Вид спереду

А - А

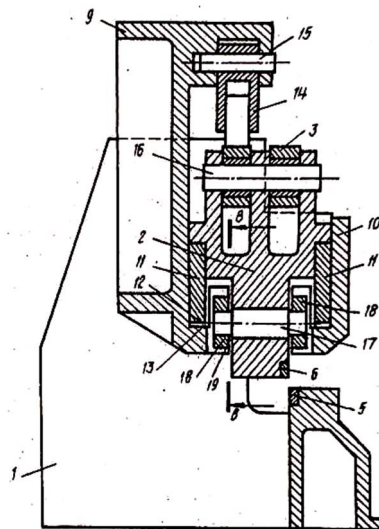


Рисунок 1.7 – Розріз А-А з рис. 1.4

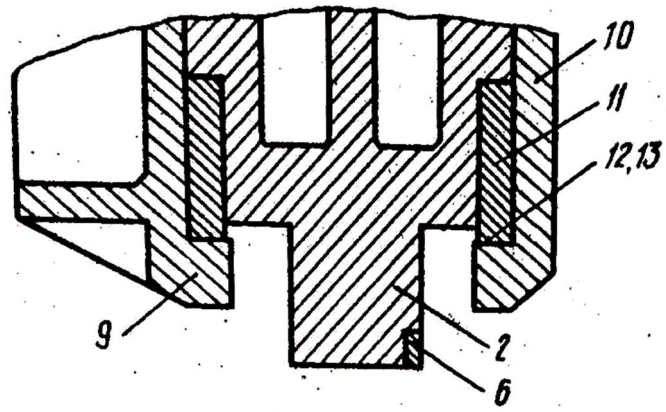


Рисунок 1.8 – Розріз Б-Б з рис. 2.5

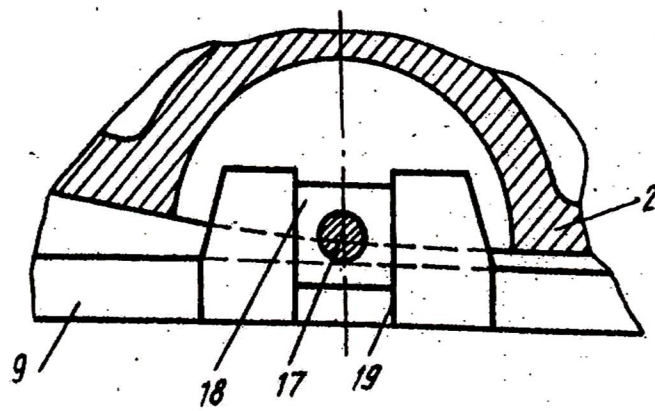


Рисунок 1.9 – Розріз В-В з рис. 2.5

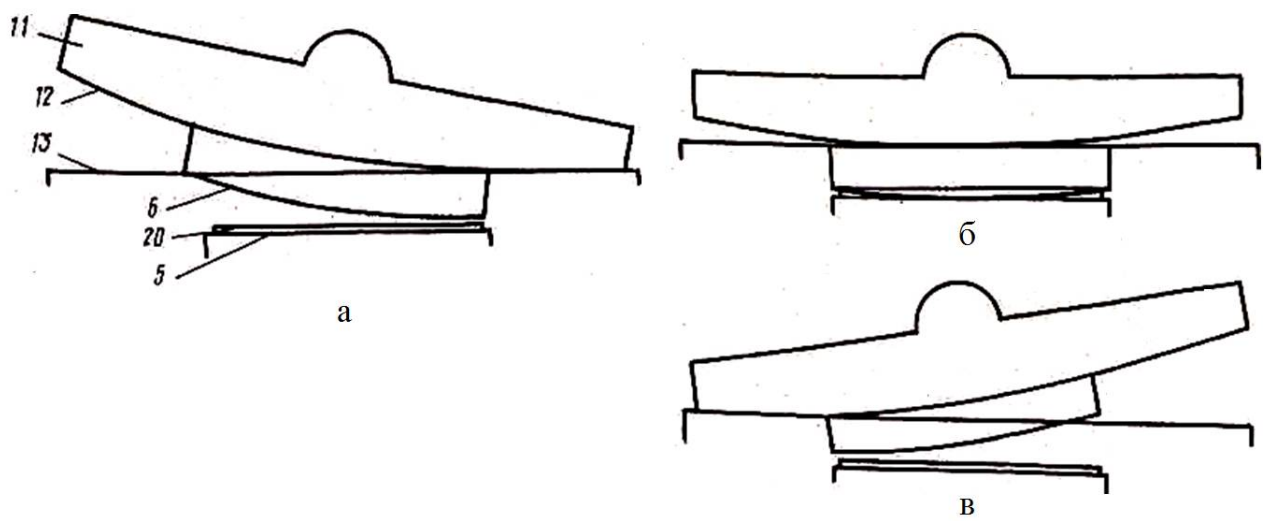


Рисунок 1.10 – Схема роботи ножиць при різних положеннях верхнього

Ножиці складаються з станини 1 і ножової балки 2, з'єднаної шатуном 3 з кривошипним валом 4. На станині укріплений нерухомий прямолінійний ніж 5, а на ножовій балці 2 - ніж 6 з радіусного формою ріжучої кромки. Станина 1 складається з стола 7 і двох стійок 8, з'єднаних між собою траверсою 9 і балкою 10. На ножовій балці 2 закріплені два аналогічні копіра 11, що мають циліндричну поверхню 12, паралельну ріжучої кромці верхнього ножа. Копір 11 котиться по горизонтальній поверхні 13 траверси 9 і балки 10, укріпленої на станині 1 ножиць. Копір 11 постійно притиснутий траверсі на балці 10 силовим циліндром 14, наприклад гідроциліндром. Корпус гідроциліндра 14 встановлено на траверсі 9 на осі 15, а плунжер через вісь 16, на якій встановлено шатун 3, з'єднаний ^ножовою балкою 2. Гідроциліндр 14 безвитратний, так як він з'єднаний з акумулятором (не показаний) і при тиску плунжера вгору витісняє робочу рідину в акумулятор, а при русі вниз забирає її з акумулятора. Кривошипний вал 4 з'єднаний двигуном (не показаний).

У середині кола, утворююча циліндричну поверхню 12, розташована вісь 17, на якій встановлені повзуни 18, розміщені в напрямних 19 траверси 9 і балки 10.

Ножиці працюють таким чином.

Перед різанням ніж піднятий, плунжер гідроциліндра 14 знаходиться в крайньому верхньому положенні (рис. 1.10,а). При включенні двигуна кривошип 4 починає обертатися і через шатун 3 переміщує ножову балку 2, а поверхня 12 копіра 11 починає котитися по поверхні 13, при цьому верхній рухомий ніж 6 також відтворює рух кочення і ріже лист 20 (рис. 1.10, б, в). В процесі кочення повзуни 18 перемішуються в напрямних 19. Гідроциліндр постійно притискає копір 11 до траверси 9 і балці 10, а його плунжер в першій половині ходу переміщується вниз, а другий – вгору. При обертанні кривошипного валу на 180° лист розрізається. Верхній ніж підготовлений до різання наступного листа. Наступний лист ріжеться при коченні ножа 6 в зворотному напрямку.

Ножиці такої конструкції мають кращі показники по потужності встановленого двигуна, так як вони за один оборот можуть виконати два різання. У відомих ножицях більша частина обороту кривошипів йде на установку верхнього ножа у вихідне положення, так як його становище після різання і перед різанням відрізняється нахилом в різні боки. Крім того, запропонований пристрій в порівнянні з

прототипом має більш просту конструкцію для отримання руху кочення, що дозволяє зменшити габарити і знизити потужність приводу.

1.5 Розробка заходів проекту

Історично одними з перших ножиць для різання товстолистового прокату, що набули широкого поширення, були ножиці з похилими ножами типу гільйотини. Вони мають ряд істотних недоліків, значний відгин відрізуваного листа, що веде до збільшення його неплоскостності, незадовільні енергосилові параметри. Через сильні викривлення обрізаного листа потрібна установка додаткових правильних машин, що здорожує вартість комплексу різання. У якості розробки заходів проекту пропоную заміну гільйотинних ножиць на ножиці з перекочуванням різку. Ножиці з перекочуванням різку, незважаючи на свою складну кінематику, забезпечують більш високу якість різання листів за рахунок мінімального переміщення верхнього ножа відносно розрізуваного прокату, а також за рахунок практично постійного перекриття по всій довжині різку. Завдяки цьому лист менше викривляється в процесі різку.

1.6 Ножиці поперечного різання (ножиці з перекочуванням різку)

1.6.1 Призначення ножиць з перекочуванням різку

Ножиці поперечного різання призначені для обрізки переднього і заднього кінців розкату, для різання листів на мірні довжини, вирізки планок для проб і порізки листа на сутунки. Загальний вид ножиць з перекочуванням різку представлений на рис. 1.11.

1.6.2 Технічна характеристика

Найбільше зусилля різання, кН	15200
Найбільший крутний момент, кН	1600
Найбільше число ходів, хід / хв	20
Найбільше число різань, різ / хв.	6
Зазор між ножами, мм	0,5..3,5
Максимальне розкриття ножів, мм	148
Довжина ножів, мм	2750
Швидкість регулювання зазору між ножами, мм / с	0,2
Розрахункова марка стали ст. 3/1612Аф	

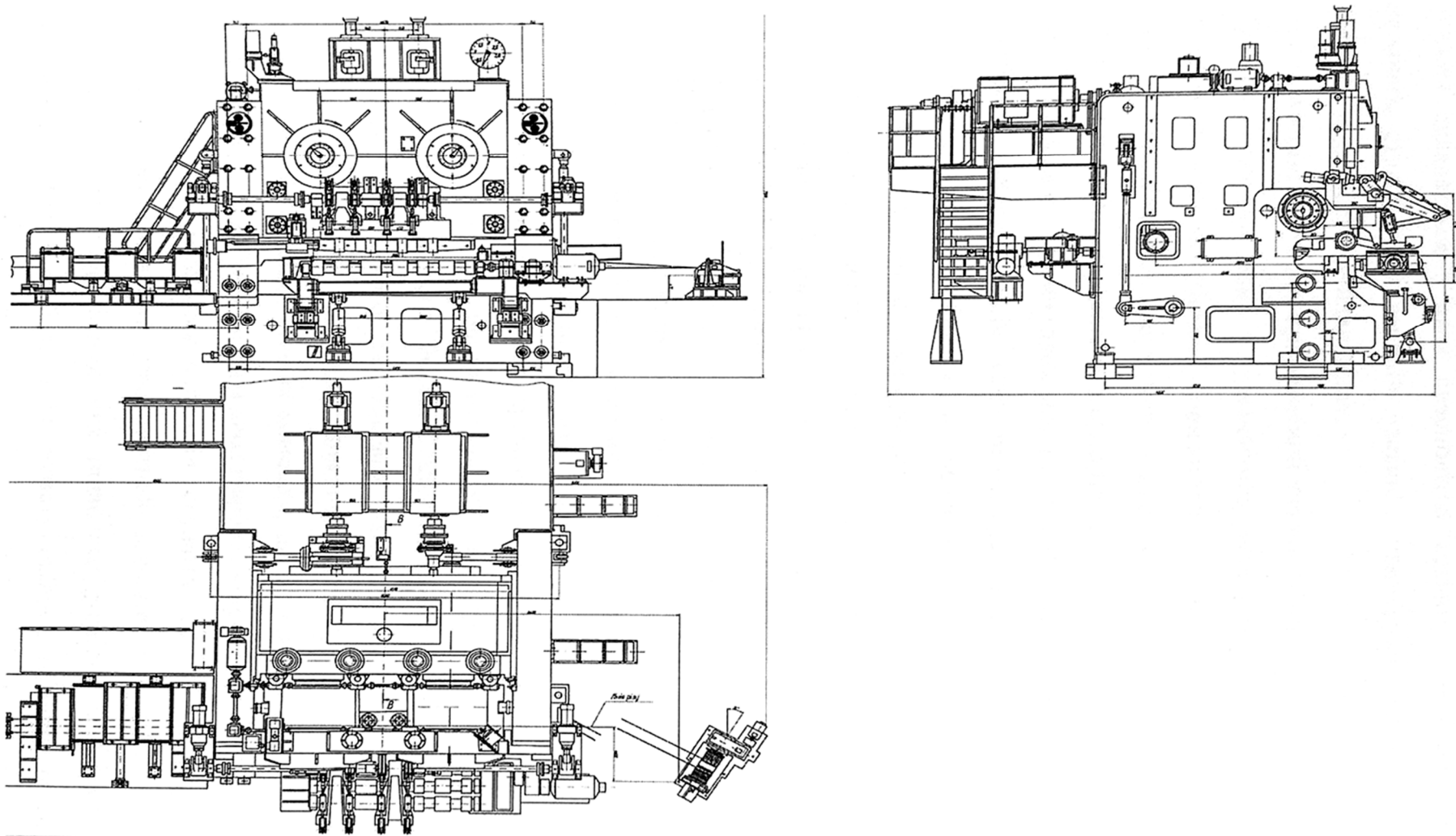


Рисунок 1.11 - Загальний вид ножиць з перекочуванням різь

- Товщина листа, мм	8 ... 50/20 ... 50
- Довжина листа, мм	12000
- Ширина листа, мм	1100... 500/220...2500
Притиск:	
- Діаметр поршня, мм	140
- Хід поршня, мм	160
- Робочий тиск:, МПа	10
- Кількість гідроциліндрів	2
Зіштохвувач обрізків:	
- Діаметр поршня, мм	100
- Хід поршня, мм	390
- Робочий тиск, МПа	10
- Кількість гідроциліндрів	2
Механізм зміни ножів:	
- Діаметр поршня, мм	100
- Хід поршня, мм	510
- Робочий тиск, МПа	10
- Кількість гідроциліндрів, шт.	1
Циліндр натискний:	
- Діаметр плунжера, мм	200
- Хід плунжера, мм	62
- Робочий тиск, МПа	1..3
- Кількість гідроциліндрів, шт	1
Міряльний ролик № 1 і № 2:	
- Діаметр поршня, мм	160
- Хід поршня, мм	140
- Робочий тиск, МПа	0,6
- Кількість гідроциліндрів, шт.	2
Гідроциліндри кріплення ножів:	
- Діаметр поршня, мм	110
- Хід поршня, мм	18,5
- Робочий тиск, МПа	25
- Кількість гідропружних циліндрів, шт.	12
Хитний роликівий стіл.	

- Діаметр поршня, мм	140
- хід поршня, мм	100
- Робочий тиск, МПа	10
- Кількість гідроциліндрів, шт	2
Електрообладнання.	
Привід ножиць.	
- Електродвигун П2М-450-135-6у3, шт	2
- Потужність, кВт	560
- Частота обертання, об / хв.	710/1000
- Передавальне число редуктора головного приводу ножиць	39,974
Механізм регулювання горизонтального зазору між ножами	
- Електродвигун д22, шт.	1
- Потужність пасп/випр, кВт	6/4,8
- Частота обертання пасп/випр, об / хв.	1150/1100
Механізм зміни ножів,	
- Електродвигун КРКГ-011 -6, пгг	2
- Потужність, кВт ,	1,4
- Число обертів, об / хв.	875
Хитний роликівий стіл.	
Електродвигун Д41, шт.	
- Потужність пасп/випр, кВт	15/7, 5
- Число обертів пасп/випр, об / хв.	710/355
Обмірні ролики.	
- Датчик імпульсів ПД1-5, шт.	2
- Безконтактний вимикач, КВП-16, шт.	2
Лінійки центруючі.	
- Електродвигун Д41, шт	1
- Потужність, кВт	15/6,25
- Частота обертання, об / хв	720/360

1.6.1 Технічний опис

Устаткування ділянки ножиць включає наступні механізми:

- рольганг перед ножицями, призначений для подачі листів для порізки їх на мірні довжини, а також подачі листів для порізки переднього і заднього кінців розкату в обріз;
- пристрій для установки листа перед ножицями;
- рольганг із зіштовхувачем біля ножиць, призначений для подачі листа до ножиць поперечного різання і для сталкування обрізка, що залишається на столі ножиць, на транспортер обрізу;
- ножиці поперечного різання (НПР) для різання листів на мірні довжини, а також порізки переднього і заднього кінців розкату в обріз, оснащені пристроєм для зміни касет;
- рольганг хитний, призначений для прийому розкатів при різанні їх на ножицях і транспортування листів мірної довжини на рольганг за ножицями;
- рольганг за ножицями, призначений для транспортування відрізаного листа від ножиць поперечного різання;
- упор пересувний, встановлений за ножицями поперечного різання і призначений для зупинки розкату на рольгангу з метою порізки його ножицями на листи заданої довжини і точності, а також вільного пропуску відрізаного листа або розкату по рольгангу;
- установка вимірювального роликів, призначена для вимірювання довжини відрізати листи і зниження швидкості транспортування листа при підході до щита пересувного упору;
- пристрій для збирання обрізків від ножиць, що служить для прийому обрізаних на ножицях передніх і задніх кінців розкатів, а також пробних планок, передачі їх і скидання відповідно в короб і кишеню.

1.7 Вузли і механізми ножиць

Вузол станин є базовим вузлом ножиць і служить для напрямки руху верхнього супорта і установки основних і допоміжних вузлів ножиць. Вузол станин складається з двох сварнолитих станин, стягнутих внизу литим ножовим столом, а у верхній частині - передньою панеллю, редуктори головного приводу і майданчиком.

Механізм різання призначений для виконання власне процесу різання. При русі супорта вниз з одночасним перекриттям в ньому верхнього радіусного ножа по умовної горизонтальної лінії, розташованої на 5 мм нижче верхньої кромки нерухомого прямолінійного ножа.

Механізм різання складається з супорта із закріпленими на ній радісно ножом і бічними роликами, двох моторів, що з'єднують супорт з мотильовими лінійками ексцентрикових валів редуктора. Бічні ролики контактують з копіром і натискних циліндром, встановленим в розточенні станін. Передні і задні сталеві напрямні планки супорта знаходяться в контакті з бронзовими планками регулювання горизонтального зазору між ножами.

Привід ножиць призначений для повідомлення руху супорта по засобам двох кривошипно-шатунних механізмів. Складається з двох електродвигунів, постійного струму, муфт граничного моменту з трохступінчатого редуктора з двома вихідними ексцентриковими валами. Ексцентрики розгорнуті щодо вертикалі симетрично в протилежні сторони і обертаються з однаковою швидкістю в одному напрямі.

Зіштовхувач обрізків призначений для зіштовхування останнього обрізка, якщо його ширина не більше 300 мм і проштовхування на порізку обрізків шириною більше 300 мм. Зіштовхувач обрізків являє собою важільний механізм, у якого на кінцевих важелях закріплені башмаки для переміщення обрізка по столу ножиць. Важелі з'єднані з валами, які встановлюються в підшипниках ковзання, що кріпляться на панелі ножиць. Привід важелів здійснюється від двох гідроциліндрів подвійної дії.

Хитний трироликовий стіл служить для підйому розкату до ножицями. Як звичайний транспортний рольганг синхронно з підвідним рольгангом так і проміжний між підвідним рольгангом і ножицями. У випадку, якщо кінцевий шматок розкату вийшов із зони дії підвідного рольганга, але ще не може бути захоплений важелями зіштовхування обрізків, то він транспортується хитним роликовим столом до захоплення важелями зіштовхування обрізків. Якщо через нерівних і загнутих решт обрізка, лежачих на ножовому столі утруднена транспортування хитним роликовим столом, то ролики піднімають, чим створюється кращий контакт між роликами і обрізком. При ремонті або налагодженню циліндрів кріплення нижнього ножа, роликовий стіл перекидається, щоб була можливість доступу до циліндрів кріплення ножа. Хитний роликовий стіл розташований перед ножицями поперечного різання і кріпиться до ножового столу кронштейнами. На кронштейні шарнірно спирається поворотна майданчик, на якому знаходяться три ролика. Привід роликів здійснюється від електродвигуна через циліндричний і розподільний редуктора. Ролики встановлені на підшип-

никах кочення. Перед підйом майданчика з роликками здійснюється двома хитними гідроциліндрами. В проточка роликів розташовані направляючі, по яких переміщається важелі зіштовхувача обрізків.

Механізм зміни ножів служить для демонтажу затупилися ножів з ножиць і монтажу нових ножів спільно з накладками. Механізм зміни ножів розташований по обидві сторони ножиць поперечного різання. Зліва ножиць (по ходу металу) на рамі, встановленої з одного боку на фундамент, а з іншого спирається на зуб станин, знаходиться Накатна лебідка з приводом, що направляють блоки, рухома в поперечному напрямку каретка з прийомними карманами під нові і старі підкладки з ножами. Канатна лебідка складається з барабана для намотування верхньої та нижньої гілок канатів, вилки перемикування для виведення із зачеплення кулачків муфти, що знаходяться всередині осі барабана. Справа ножиць на фундаментній плиті знаходиться друга канатна лебідка з приводом.

Механізм працює тільки при зміні ножів. Переміщення каретки здійснюється за допомогою правої і лівої лебідок. Змонтовані нові ножі поміщаються в гнізда каретки. Вільні гнізда каретки встановлюють навпроти ножів в ножицях. Супорт верхнього ножа встановлюється в горизонтальне положення, що відповідає 12-му положенню кривошипних валів.

Расфіксірованні нижній і верхній ножі витягуються за допомогою лебідки у вільні гнізда каретки (працює ліва лебідка, муфта правою лебідки розчеплення). Переміщуючи каретку, встановлюють нові ножи навпроти монтажних вікон в ножицях. За допомогою лебідки нові ножі втягуються в ножиці (працює права лебідка, муфта лівої лебідка рас-чіпляючи). Нові ножі закріплюються у верхньому і нижньому супортах.

Механізм регулювання горизонтального зазору між ножами призначений для регулювання горизонтального зазору між ножами в залежності від товщини листа з метою забезпечення якісного різання. Механізм регулювання горизонтального зазору між ножами складається з чотирьох нерухомих клинів. Кріпляться до редуктора головного приводу і двом панелям рухомих клинів. Розташованих між верхнім супортом і панеллю з одного боку (2клина), верхнім супортом і редуктором головного приводу з іншого боку (4 клина). Рухливі клини за допомогою тяг об'єднані з приводними черв'ячними редукторами. Рух клинів при регулюванні горизонтального зазору між ножами протидії направлено (одна сторона вгору, інша - вниз, або навпаки) і здійснюються від двигуна через два коніч-

них і шість черв'ячних редукторів. Зазори між рухомими клинами і верхнім супортом вибираються двома парами натискних циліндрів, що складаються з пакетів тарілчастих пружин і вмонтованих в передній панелі ножиць. Для візуального контролю зазорів між ножами, безпосередньо на панелі ножиць встановлений стрілочний показчик зазорів.

Притиск складається з чотирьох повзунів, пов'язаних попарно і приводимих в зворотно-поступальний рух через систему тяг двома гідроциліндрів, розташованими на панелі ножиць. Притиск призначений для фіксації листа в процесі різання.

Ролики обмірні № 1 і № 2 призначені для вимірювання довжини листа при різанні на мірні довжини і відрізки планок для проб з виданням даних оператору і в систему управління ножиць і рольгангів. Вимірювальний ролик № 1 призначений для вимірювання будь-яких довжин листа, крім останнього при довжині заднього кінця не менше 400 мм. Мірний ролик № 1 призначений для вимірювання відрізуваної довжини останнього листа (при довжині заднього кінця менше 400 мм).

Обмірні ролики № 1 і № 2 складаються з кронштейнів, які кріпляться до власне ножиць і важелів пневмоциліндрів, за допомогою котрих ролики притискаються до аркуша. Датчики імпульсів з'єднуються з з-обмірними роликами через безлюфтову муфту. Вимірювальні ролики відрізняються між собою місце установки: № 1 встановлюється перед лінією по ходу металу, № 2 за лінією різання. Обидва ролика водоохолоджувальні.

Центрувальні лінійки призначені для притиснення (при необхідності) останнього листа до базової кромці перед різанням. Складаються з рухомої і нерухомою лінійок. Нерухома лінійка зміцнюється на станині.

Рухома лінійка приводиться в рух через рейкове зачеплення електромеханічним приводом з черв'ячним редуктором. Привід реверсивний.

Мультиплікатор служить для підвищення тиску рідини, використованих в гідропружинних циліндрах закріплення касет з ножами. Утримання касет з ножами проводиться зусиллям тарілчастих пружин. При заміні ножів необхідно звільнити касети з ножами від фіксації, для чого і подається підвищений тиск, а поршневі порожнини гідропружинних циліндрів. При демонтажі останніх двигунів приводів барабанів механізму зміни ножів можуть бути включені лише в тому випадку, якщо будуть розціплені кулачкові муфти, що з'єднують барабан з

приводом, що знаходяться в протилежній стороні ножиць (контроль - кінцевий вимикач), а верхня каретка знаходиться у відповідному для цього положення (контроль - кінцевий вимикач)1 штоки гідропружінних циліндрів ножового тіла і верхнього супорта висунуті (контроль від реле тиску).

1.8 Розрахункова частина

Вихідні дані прийняті згідно технічної документації ножиць з дуговим верхнім ножем.

Принцип дугового різання [3] полягає в тому, що верхній ніж є дугою кола, що котиться без ковзання по горизонтальному нижньому ножу. Таким чином, кожна точка на дузі ножа при коченні описує циклоїдну криву і кут різання зберігається постійним по величині (рис. 1.12).

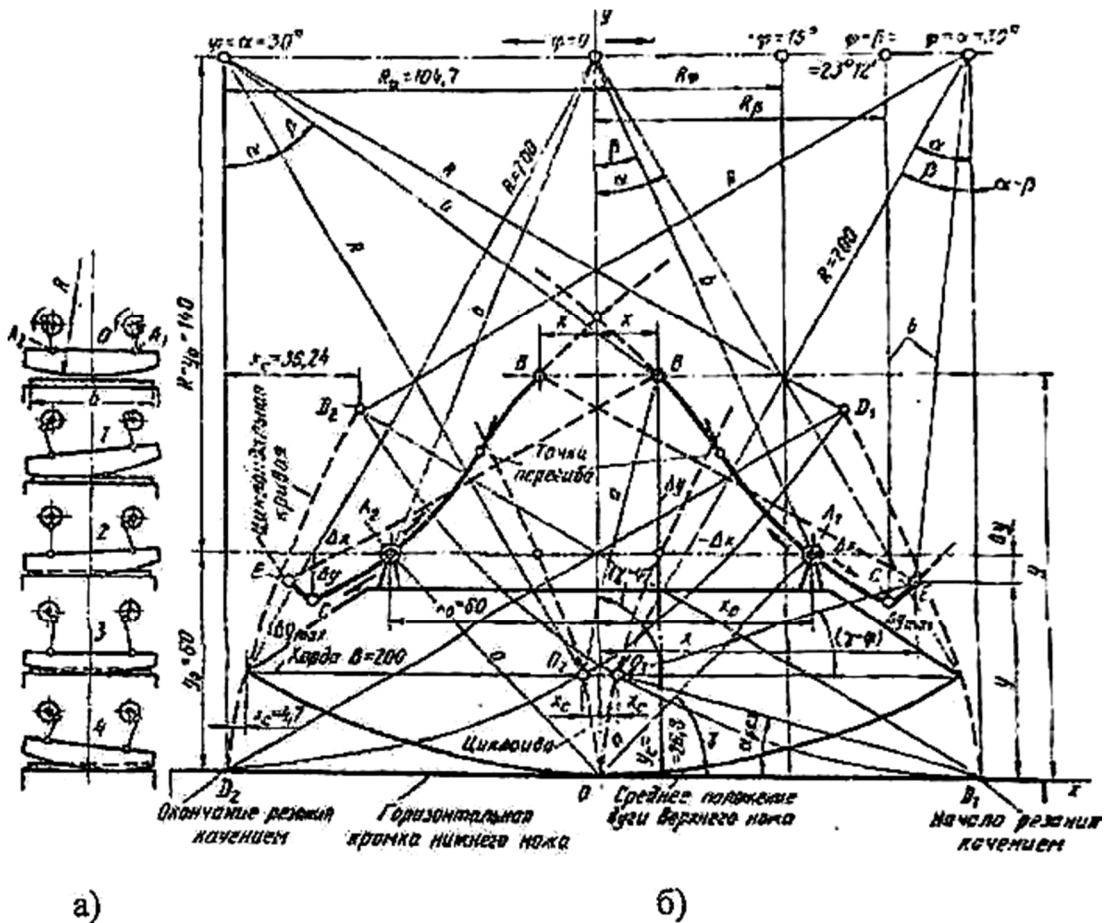


Рисунок 1.12 – Схема ножиць з дуговим верхнім ножем для різання товстих широких листів: а) послідовність положень дугового ножа при різанні (0–4); б) траекторія руху приводних шарнірів A1 і A2 верхнього супорта при коченні дуги ножа без ковзання по прямій кромці нижнього ножа.

1.8.1 Визначення зусилля різання

Ножиці з циклоїдним різання товстих листів шириною до 2800 мм при довжині хорди ножа $B=2880$ мм, товщині смуги 50 мм.

Для отримання якісного різання при невеликому куті α , приймаємо радіус дуги ножа $R_H = 14$ м⁴

Визначимо кут різання:

$$\sin\alpha = \frac{B}{2R_H} = \frac{2880}{2 \cdot 14000} = 0.09282 \quad (2.5)$$

де B - довжина хорди ножа рівна - 2880 мм;

R_H – радіус дуги ножа.

$$\begin{aligned} \alpha &= \arcsin\left(\frac{B}{2R_H}\right) = \arcsin(0,09282) \\ \alpha &= 6^\circ 260' \\ \alpha &= \alpha/2; \\ \alpha &= 3^\circ 13'; \end{aligned} \quad (2.6)$$

Визначимо максимальне зусилля різання по формулі:

$$P_{max} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \sigma_b \frac{(2-\varepsilon_H) \cdot \varphi_H}{2tg\alpha} \cdot h^2 \quad (2.7)$$

де $k_1 = \tau_{max}/\sigma_b$ – коефіцієнт переходу від межі міцності при розтягуванні σ_b до межі міцності при зрізанні τ_{max} , $k_1 = 0.75$;

k_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні ножів в процесі тривалої експлуатації, $k_2 = 1,2$;

k_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при збільшенні бокового зазору між ножами в процесі тривалої експлуатації, $k_3 = 1,18$;

σ_b – межа міцності металу на розтягування, приймаємо 600МПа;

ε_H – коефіцієнт надрізу, для Ст.3 приймаємо $\varepsilon_H=0,75$;

α – кут різання;

h – товщина металу, що розрізується.

$$P_{max} = 0,75 \cdot 1,2 \cdot 1,18 \cdot 600 \frac{(2 - 0,75) \cdot 0,75}{2 \cdot tg3^\circ 13'} \cdot 50 = 15,2 \cdot 10^6 H = 15,2 МН$$

Визначаємо горизонтальне зусилля різання:

$$T = 0,1 \cdot P_{max} = 0,1 \cdot 15200 = 1,520 \text{ МН} \quad (2.8)$$

Визначаємо хід ножа

Приймаємо ексцентриситет ексцентрикового валу $e=93,5\text{мм}$, по формулі визначаємо хід верхнього ножа:

$$H=2 \cdot e \quad (2.9)$$

$$H = 2 \cdot 93,5 = 187 \text{ мм}$$

Перекриття $\Delta = 39\text{мм}$. Просвіт між ножами визначається по формулі:

$$y=H-\Delta=187-39 = 148 \text{ мм} \quad (2.10)$$

1.8.2 Визначення моментів, що крутять

Розрахуємо крутні моменти на ексцентриковому валу в залежності від кута повороту ексцентрика.

Перше положення ексцентрика – початок різання (рис. 1.13). Зусилля різання стане максимальним при опусканні ножа на величину:

$$h_p = y - h - z_b \quad (2.11)$$

де z_b - вминання ножа в метал.

$$z_b = \varepsilon_b * h \quad (2.12)$$

де ε_b - коефіцієнт вминання Ст.3 рівний 0,32 [2, стр.215]

$$z_b = 0,32 * 50 = 16 \text{ мм}$$

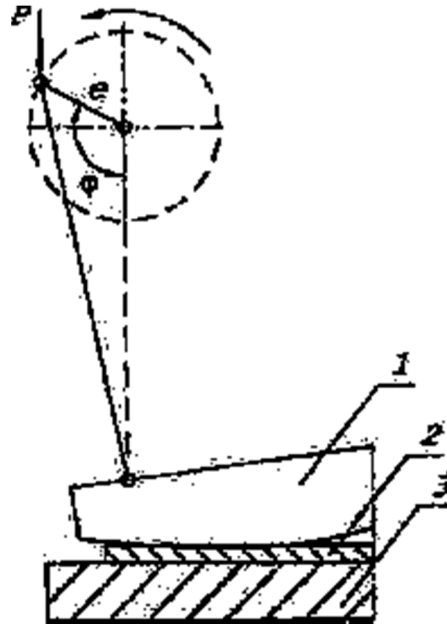
$$h_p = 148 - 50 - 16 = 82 \text{ мм}$$

При цьому ексцентриковий вал обертається на кут φ (рис. 1.13)

$$\cos\varphi = \frac{e-h_p}{e} \quad (2.13)$$

$$\cos\varphi = \frac{93,5 - 85}{93,5} = 0,122$$

$$\varphi = 92^\circ$$



1 - дуговий ніж, 2 - листовий металопрокат, 3 - прямий ніж

Рисунок 1.13 – Схема першого положення ексцентрика (нижній різ)

Плече моменту на ексцентрику дорівнюватиме:

$$e_x = \sqrt{e^2 - (e - h_p)^2} \quad (2.14)$$

$$e_x = \sqrt{93.5^2 - (93.5 - 85)^2} = 92.8 \text{ мм}$$

де $\mu = 0,1$ - коефіцієнт тертя в напрямних:

$$P_1 = 15200 + 1520 * 0,1 = 15352 \text{ кН}$$

Момент, що крутить, на ексцентриковому валу:

$$M_1 = P * e_x$$

$$M_1 = 15352 * 92,8 * 10^{-3} = 1424,6 \text{ кНм}$$

Друге положення (проміжне) ексцентриковий вал обернувся на $\varphi = 90^\circ$. Плече моменту максимальне: $e_x = e = 93,5$ мм (рисунок 1.14).

Момент, що крутить, на ексцентриковому валу:

$$M_2 = P * e_x = 15352 * 93.5 * 10^{-3} = 1435.4 \text{ кНм}$$

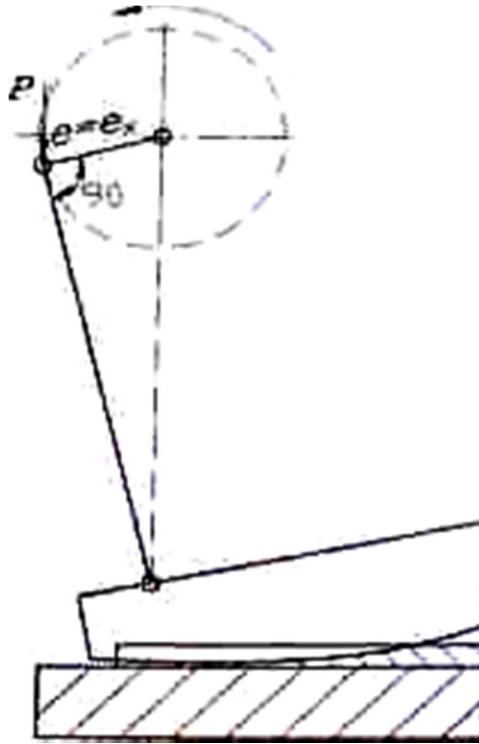


Рисунок 1.14 – Схема другого положення ексцентрика (проміжного)

Третє положення – закінчення зони різання (рис. 1.15):

$$h_p = y - h * \varepsilon_H \quad (2.15)$$

$$h_p = 148 - 50 * 0.75 = 110\text{мм}$$

по формулі (2.17) визначимо плече моменту:

$$e_x = \sqrt{93,5^2 - (110 - 93,5)^2} = 41\text{мм}$$

Кут повороту ексцентрикового валу:

$$\sin\varphi = \frac{h_p - e_x}{e} \quad (2.16)$$

$$\frac{110 - 41}{93,5} = 0,7379$$

$$\varphi = 47^\circ$$

Визначимо момент, що крутить на ексцентриковому валу:

$$M_3 = P * e_x = 15352 * 0,041 = 629 \text{ кНм}$$

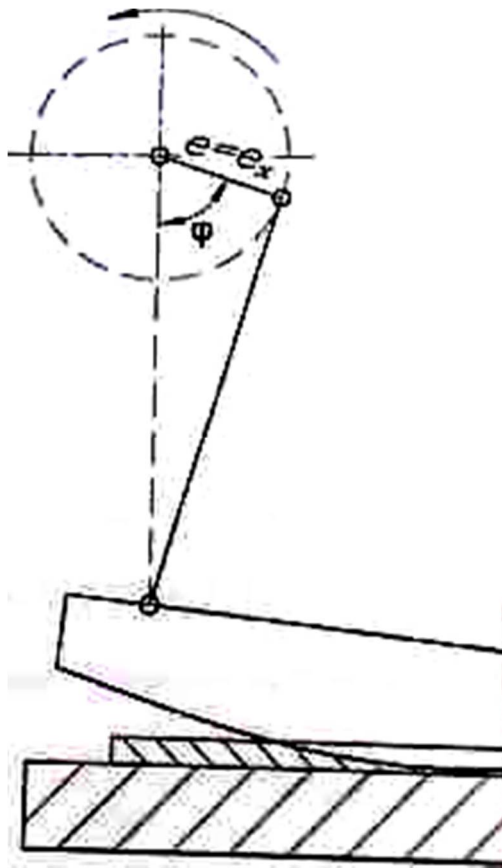


Рисунок 1.15 – Схема третього положення ексцентрика (закінчення різання)

Таким чином, при різанні максимальний момент на валу, що крутить, буде при другому положенні ексцентрика ($\varphi = 90^\circ$), коли $M=1435,4\text{кНм}$. Приймаємо максимальний момент на ексцентриковому валу 1600кНм (згідно технічної документації).

Визначимо момент різання приведений до валу електродвигуна (з урахуванням подвійного навантаження):

$$M_{\text{рез}} = \frac{M}{\eta * i} \quad (2.17)$$

$$M_{\text{рез}} = \frac{2 * 1600}{0.9 * 39.97} = 88.96\text{кНм}$$

Частот обертання ексцентрикового валу при максимальному числі різань за хвилину 6 шт. $n_e = 6\text{хх}^{-1}$. Кутова швидкість обертання ексцентрикового валу:

$$w_e = \frac{\pi * n_e}{30} = \frac{3.14 * 6}{30} = 0.628 c^{-1} \quad (2.18)$$

Визначимо потрібну потужність електродвигуна:

$$N = M_{рез} * w_e = 88.96 * 0.628 = 56 \text{кВт}$$

1.8.3 Вибір електродвигуна

Вибираємо електродвигун П2ПМ-450-135-6УЗ з потужністю $N_{дв}=560$ кВт; частотою обертання $n_{дв}=1000$ хв⁻¹.

Визначимо номінальний момент електродвигуна по формулі:

$$M_H = \frac{N_{дв}}{W_{дв}} = \frac{560}{104} = 5.35 \text{кНм} \quad (2.19)$$

$$\text{де: } W_{дв} = \frac{\pi * n}{30} = \frac{3.14 * 1000}{30} = 104 c^{-1}$$

Привод механізму різання ножиць складається з двох електродвигунів потужністю 560кВт (кожний), редуктора з циліндричними зубчатими зачепленнями з передавальним числом $i=39,97$.

Перевіримо двигун на нагрів його "обмоток по середньоквадратичному моменту.

Час одного циклу різання (одного оберту валу ексцентрика):

$$t_{ц} = \frac{e}{i} = \frac{93,5}{39,97} = 2,3 \text{с} \quad (2.20)$$

Шлях ножа під навантаженням при різанні:

$$h_p = B * tg\alpha = 2800 * tg3^{\circ}13' = 123 \text{мм} \quad (2.21)$$

що склосає $\frac{h_p}{2e} = \frac{123}{2 * 93,5} = 0,658$ від загального ходу ножа.

Час різання:

$$t_p = \frac{t_{ц}}{2 * h_p} = \frac{2,3}{2 * 0,658} = 1,74 \text{с} \quad (2.22)$$

Приймаємо момент, що крутить, на валу електродвигуна на весь час різання:

$$M_{\text{рез}} = 5,35 \text{ кНм}$$

Момент холостого ходу:

$$t_{xx} = t_{\text{ц}} - t_{\text{р}} \quad (2.23)$$

$$t_{xx} = 2.3 - 1.74 = 0.56 \text{ с}$$

Тоді середньоквадратичний момент:

$$M_{\text{ср.кв}} = \sqrt{\frac{M_{xx}^2 * t_{xx} + M_{\text{рез}}^2 * t_{\text{р}}}{t_{\text{ц}}}} \quad (2.24)$$

$$M_{\text{ср.кв}} = \sqrt{\frac{1,07^2 * 0,56 + 5,35^2 * 1,74}{2,34}} = 4,59 \text{ кНм}$$

$$M_{\text{ср.кв}} < M_{\text{н}}$$

$$4,59 \text{ кНм} < 5,35 \text{ кНм}$$

1.8.4 Перевірка зубчатого зачеплення

Вихідні данні:

Момент, що передається зубчатим зачепленням $T_2 = 160000 \text{ кНм}$

Кут нахилу зубів $\beta = 0^\circ$

Дільний діаметр шестерні $d_1 = \frac{z_1 * m}{\cos \beta} = \frac{16 * 24}{\cos 0^\circ} = 384 \text{ мм}$

Дільний діаметр колеса $d_2 = \frac{z_2 * m}{\cos \beta} = \frac{72 * 24}{\cos 0^\circ} = 1728 \text{ мм}$

Ширина зубчатого вінця шестерні $b_1 = 550 \text{ мм}$

Ширина зубчатого вінця колеса $b_2 = 500 \text{ мм}$

Кутова швидкість колеса:

$$\omega_2 = \frac{\pi * n_e}{30} = \frac{3.14 * 6}{30} = 0.628 \text{ с}^{-1}$$

Контактні напруги, що допускаються:

$$[\sigma_{\text{н}}] = \frac{\sigma_{\text{нlimb}} * K_{\text{HL}}}{[n]_{\text{н}}}$$

де $\sigma_{\text{нlimb}}$ - межа контактної витривалості при базовому числі циклів.

Для колеса із сталі 40X, термообробка ТВЧ (HRC48-52 $\sigma_B = 980$ МПа.

$$\sigma_{Hlimb} = 1,8 * HB + 67$$

$$\sigma_{Hlimb} = 1,8 * 450 + 67 = 877 \text{ МПа}$$

$K_{HL} = 1$ - коефіцієнт довговічності при тривалій експлуатації;

$[n]_H = 1,2$ - коефіцієнт безпеки.

$$[\sigma_H] = \frac{877 * 1}{1,2} = 730 \text{ МПа}$$

Визначаємо коефіцієнти, що входять у формулу контактної витривалості [2, с. 61]:

$$\sigma_H = z_H * Z_M * Z_e * \sqrt{\frac{2K_H * T_4 * (U + 1)}{d^2_2 * b_2}}$$

Коефіцієнт, що враховує форму зв'язних поверхонь:

$$z_H = \sqrt{\frac{2 \cos \beta}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{2 * \cos 0^\circ}{\sin 2 * 20^\circ}} = \sqrt{\frac{2 * 1}{0.6428}} = 1.764$$

Коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалу зубчатих коліс, для сталевих зубчатих коліс $E_1 = 2,1 * 10^5$ МПа, $E_2 = 2,1 * 10^5$ МПа

Коефіцієнт Пуансона $\vartheta = 0,3$

$$Z_M = \sqrt{\frac{2E_1E_2}{\pi(1 - \vartheta^2)(E_1 + E_2)}} = \frac{2 * 2,1 * 10^5 * 2,1 * 10^5}{3,14 * (1 - 0,3^2)(2,1 * 10^5 + 2,1 * 10^5)}$$

$$Z_M = 2,71 * 10^5 \frac{1}{c} \sqrt{\frac{\text{КГ}}{\text{М}}}$$

Коефіцієнт торцевого перекриття;

$$\varepsilon_a = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \cos \beta$$

$$\varepsilon_a = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{16} + \frac{1}{72} \right) \right] * 1 = 1.636$$

Коефіцієнт, що враховує сумарну довжину контактних ліній:

$$Z_e = \sqrt{\frac{(U - \varepsilon_a)}{3}} = \sqrt{\frac{(4.5 - 1.636)}{3}} = 0.977$$

Визначаємо коефіцієнт ширини шестерні по діаметру:

$$\psi_{bd} = \frac{b_1}{d_1} = \frac{550}{384} = 1.432$$

Окружна швидкість колеса:

$$v = \frac{w_2 * d_2}{2} = \frac{0.628 * 1.728}{2} = 0.542 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт $K_{H\alpha}$, що враховує розподіл навантаження між зубами; при окружній швидкості $v = 0,542$ м/с і при 7 ступені точності виготовлення передачі, для косозубих передач при розрахунку на контактну витривалість $K_{H\alpha} = 1,00$.

Коефіцієнт $K_{H\beta}$, що враховує нерівномірність розподіл навантаження по ширині вінця; при $\psi_{bd} = 1,432$ і консольному розташуванні шестерні щодо

- при розрахунку на контактну витривалість $K_{H\beta} = 1,1$;
- при розрахунку на згин $K_{FB} = 1,15$.

Коефіцієнт K_{HV} , що враховує динамічне навантаження, що виникає в зачепленні залежно від ступеня точності, окружної швидкості і твердості зубів колеса

- для косозубих передач при 7 ступені точності, і твердості $HV = 350$ $K_{HV} = 1,00$;
- для косозубих передач при розрахунку на згин $K_{FB} = 1,01$.

Коефіцієнт навантаження при розрахунку на контактну витривалість:

$$K_H = K_{H\alpha} * K_{H\beta} * K_{HV} = 1,0 * 1,1 * 1,0 = 1,1$$

Контактна витривалість зубів визначається по формулі:

$$\sigma_H = 1,764 * 2,71 * 10^5 * 0,997 * \sqrt{\frac{2 * 11 * 16 * 10^6 * (4,5 + 1)}{1728^2 * 500}} = 54 \text{ МПа}$$

Середня напруга, що допускається $[\sigma_H] = 730 \text{ МПа}$. Отже, умова міцності по контактних напругах виконується.

Коефіцієнт навантаження при розрахунку на згин:

$$K_F = K_{F\alpha} * K_{F\beta} * K_{FV} = 1,0 * 1,15 * 1,0 = 1,15$$

По значеннях приведенного числа зубів:

$$Z_{V1} = \frac{Z_1}{\cos\varphi c^3} = \frac{16}{(\cos 0)^3} = \frac{16}{1} = 1$$

$$Z_{V2} = \frac{Z_2}{\cos\beta c^3} = \frac{16}{(\cos 0)^3} = \frac{72}{1} = 72$$

Визначимо коефіцієнти Y_F :

$$Y_{F1} = 3.833 \quad Y_{F2} = 5.202$$

$$\frac{\sigma_{FP1}}{Y_{F1}} = \frac{230}{3.833} = 60 \text{ МПа}, \quad \frac{\sigma_{FP2}}{Y_{F2}} = \frac{130}{5,202} = 25 \text{ МПа}$$

Оскільки отримане відношення у колеса менше, то перевірку витривалості зубів при згині ведемо по зубах колеса $Y_F = 5,202$.

Визначимо коефіцієнт Y_β :

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta * 180}{140 * \pi} = 1 - \frac{0^\circ * 180^\circ}{140 * \pi} = 1$$

Витривалість зубів при згині визначають по формулі:

$$\sigma_F = \frac{2 * Y_F * Y_\beta * K_F * T_2}{b_2 * d_2 * m} = \frac{2 * 5.202 * 1 * 1.28 * 16 * 10^6}{500 * 1728 * 24} = 742 \text{ кПа}$$

Напруга згину зубів, що допускається $[\sigma]_F$:

$$[\sigma]_F = \frac{\sigma_{Flimb}}{[n]_F}$$

де: σ_{Flimb} - межа витривалості при нулевому циклі:

$$\sigma_{Flimb} = 1,8 * HB$$

$$\sigma_{Flimb} = 1,8 * 450 = 810 \text{ МПа}$$

$[n]_F = 1,75$ - коефіцієнт запасу міцності.

Допустима напруга згину: $[\sigma]_F = \frac{810}{1,75} = 463 \text{ МПа}$

Умова міцності виконана.

2. МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ

2.1 Технологічна послідовність розбирання

Ножиці відносять до устаткування, при ремонтах якого використовується агрегатний метод, коли машину можна поділити на блоки і вузли.

Для розробки послідовності розбирання та складання машини розділимо її умовно на групи і підгрупи. Кожна група, безпосередньо входить в обладнання, може складатися з двох і більше підгруп.

Використання принципу укрупненого розчленування при розбиранні значно розширить фронт робіт, зменшить їх трудомісткість, скоротить час, що витрачається на ремонтні роботи, а також знизить загальні витрати праці.

Розбирання ножиць поперечного різання, слід здійснювати укрупненими вузлами у наступній послідовності:

- роз'єднати муфти, що з'єднують електродвигуни зі шпindelьним пристроєм;
- демонтувати електродвигуни;
- демонтувати пристрій шпindelьний;
- демонтувати механізм урівноваження верхнього повзуна;
- демонтувати пристрій стопорний;
- демонтувати механізм притиску;
- від'єднати верхню частину станини і демонтувати її;
- демонтувати вузол плаваючої системи;
- демонтувати вал-ексцентрика;
- демонтувати гідроциліндри врівноваження нижнього повзуна;
- демонтувати станини.

Для виконання робіт по демонтажу слід користуватись гайковими ключами ріжкового і торцевого типу, а також кувалдою та іншими слюсарними інструментами. Крім того, при піднятті вузлів та елементів слід використовуватись стропами та вантажопідйомним краном розташованим на ділянці.

2.2 Розрахунок та вибір канату для стропів

З метою підйому вузлів машин і транспортування їх до місця установки виконують такелажні роботи по ув'язці вузлів гнучкими підвісками (стропуван-

ню). Такелажні роботи виконують за допомогою різних вантажопідйомних засобів і механізмів, пристосувань і машин.

2.2.1 Стропування вантажу

Стропування є вельми важливою і відповідальною операцією під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт, особливо при підйомі вантажів. Особливо ретельно слід закріплювати великі вузли устаткування великої маси. Всі кути обладнання, за якими відбувається дотик стропів, повинні бути заокруглені спеціальними запобіжними підкладками (рис. 2.1).

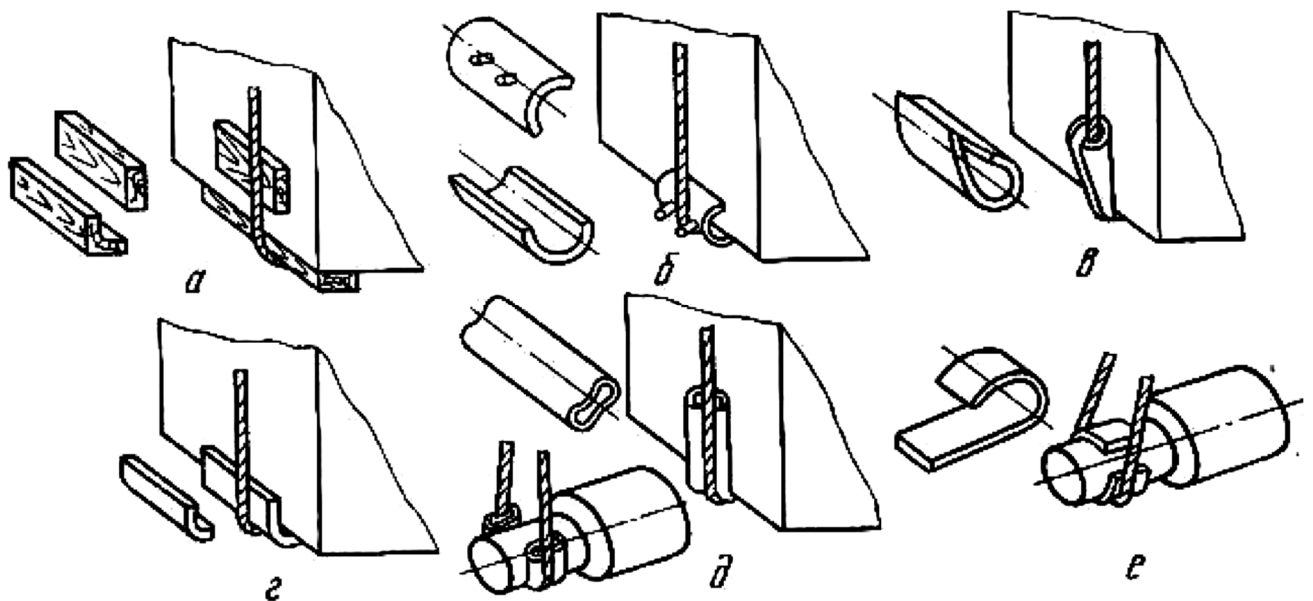


Рисунок 2.1 – Установка запобіжних підкладок під стропа при ув'язці вузлів устаткування: дерев'яних (а); з розрізаної труби з приварними бобишками (б); вигнутих з труб (в, д); вигнутих з листового металу (г, е).

Стропування можна розділити на два види:

- 1) шляхом обв'язки вантажів канатами, стропами або ланцюгами;
- 2) шляхом ув'язки стропувальних канатів на припливах, цапфах, лапах, рем-болтах і інших деталях, спеціально передбачених на обладнанні для його підйому і транспортування.

Найбільш часто застосовуються вузли обв'язки вантажів (чалочні вузли) показані на рисунку 2.2.

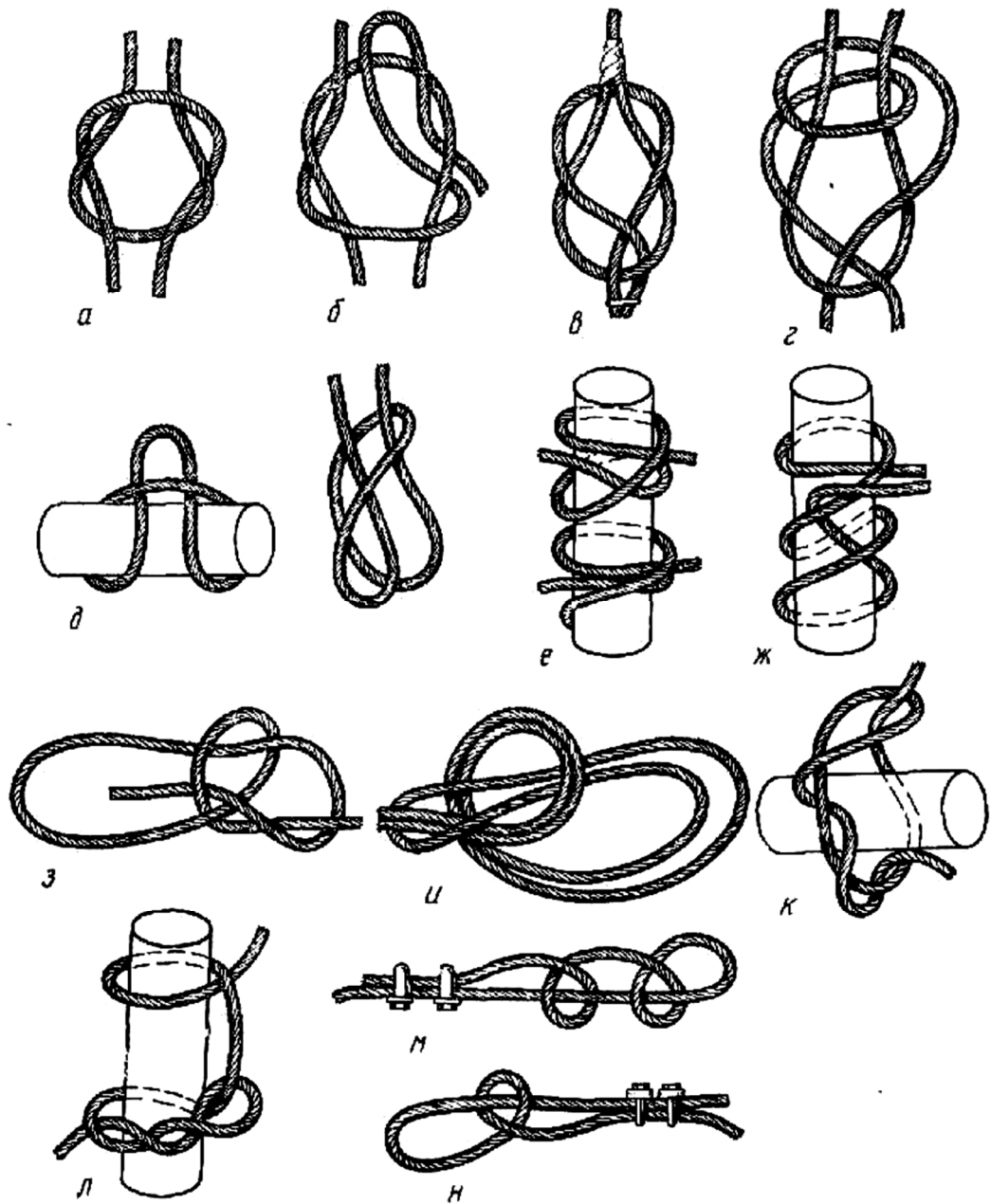


Рисунок 2.2 – Чалочні вузли: прямий (а); рифовий (б); в'язка в петлю (в); брам-шкотовий (г); мертва петля (д); вибленочний (е); подвійний вибленочний (ж); морський вузол (з); подвійний морський вузол (і); теслярський вузол (зашморг) (к); зашморг з напуском (л); багнетною (м); полуштиковой (н)

На рисунку 2.3 показані рекомендовані способи закріплення канатів на вантажних підвісках. При стропуванні важливо правильно визначити центр ваги вантажу.

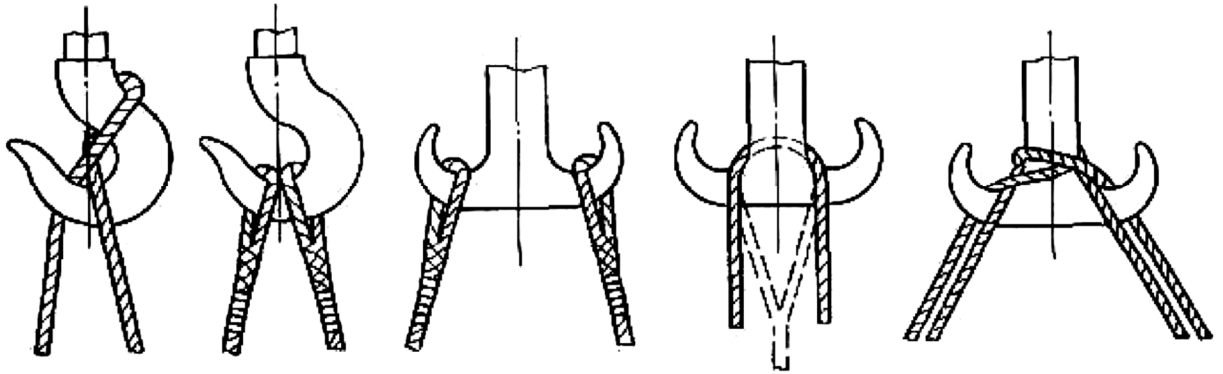


Рисунок 2.3 – Рекомендовані способи закріплення канатів на вантажних підвісках

Стропування повинне бути виконане так, щоб центр ваги вантажу і вісь блоків підвіски крюка підйомного механізму знаходилися на одній вертикалі.

Маса укрупнених вузлів і блоків обладнання не повинна перевищувати вантажопідйомність наявних на монтажному майданчику вантажопідйомних засобів, а габаритні розміри – розмірів монтажних отворів. При монтажі великогабаритного і важкого устаткування можуть бути одночасно використані два крана або більше. Таку роботу проводять за письмовим дозволом головного інженера БМУ або начальника ділянки під керівництвом досвідченого фахівця.

До такелажних засобів і пристосувань відносяться сталеві і прядив'яні канати, ланцюги, стропи, траверси, захвати, блоки й поліспасти, талі, лебідки, дократи.

Сталеві канати використовують в механізмах, поліспадах, різних монтажних пристосуваннях, а також для виготовлення стропів.

Стропами (рисунок 2.4) називають відрізки канатів або ланцюгів, з'єднані в кільця або обладнані спеціальними підвісними пристроями, що забезпечують швидке, зручне та безпечне закріплення вантажу.

Число гілок стропа, на яких підвішують вантаж, вибирають в залежності від маси вантажу і діаметра каната.

Для з'єднання кінців канатів або утворення петлі застосовують затискачі або стискачі різної конструкції (рисунок 2.5), а також застосовують спосіб завивки.

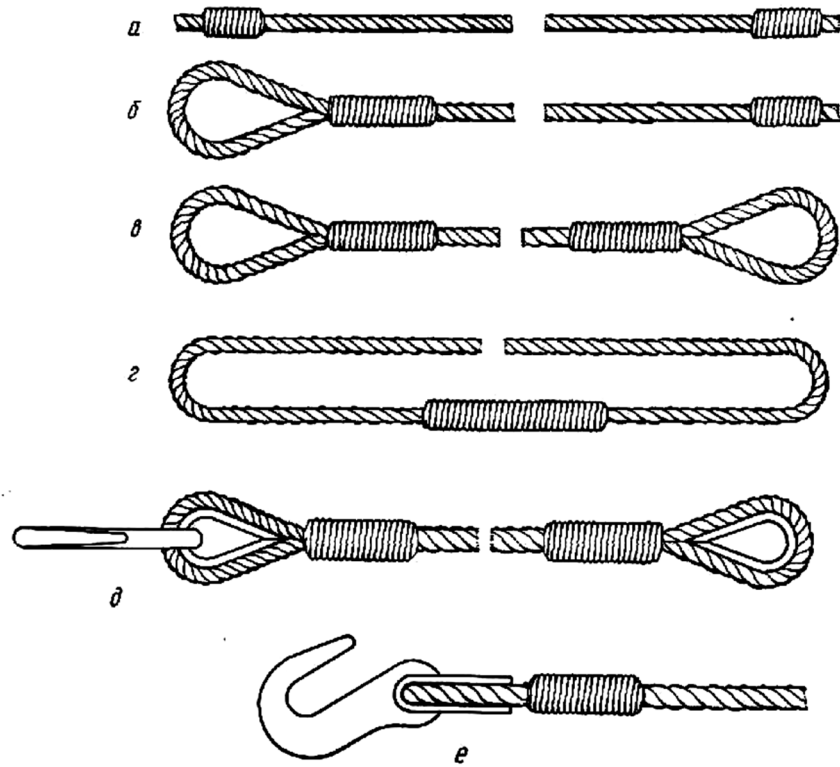


Рисунок 2.4 – Стропы: простой (а), з одною петлею (б), з двома петлями (в), універсальний (г), полегшений з петлею (д), полегшений з гаком (е)

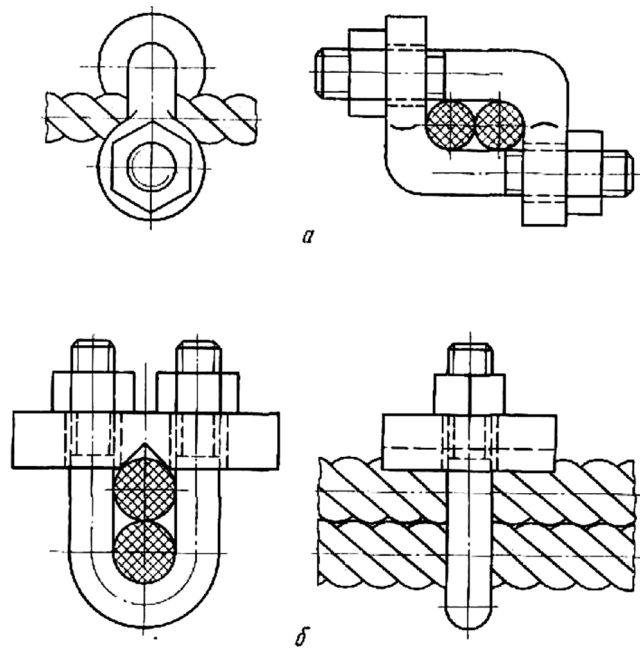


Рисунок 2.5 – Затискачі для кріплення сталевих канатів: кований (а) і дуговий (б)

Кінці канатів закріплюють затискачами зазвичай через коуш, який служить для зачеплення за гак і оберігає канат від розплющування і розшарування пасом і дроту на перегини. Коуші штампують з листового металу або виготовляють з чавунного лиття.

Затискачі повинні розміщуватися на канаті так, щоб гайки розташовувалися з боку робочої гілки каната. Це забезпечує останній прямолінійність, а кінець при цьому буде краще затиснутий.

Основні вимоги Держнаглядохоронпраці, що пред'являються до стропів:

1. Для виготовлення стропів застосовуються шістьипасмові канати з органічним сердечником хрестового звивання з точковим або точковолінійним дотиком.
2. Кут нахилу стропа до горизонту повинен бути більше 30° (рекомендується $30^\circ \dots 75^\circ$).
3. Кількість затискачів чи стискачів має бути не менше трьох.
4. Відстань між затискачами не більше 6 діаметрів каната.

2.2.2 Розрахунок строп

Для монтажу (демонтажу) машини необхідні комплекти стропів. Найбільш важким вузлом ножиць є станини маса яких становить $M_c = 36,95$ т; довжина яких залежить від розмірів станин та способу кріплення до вантажопідйомної машини (рис. 2.6).

Довжина строп визначається виходячи з кута нахилу гілок до горизонталі $\alpha = 60^\circ$, таким чином:

$$L = \frac{a}{2 \cos \alpha} = \frac{6095}{2 \cos 60^\circ} \approx 6095 \text{ мм} \quad (2.1)$$

де $a = 6095$ (мм) – довжина станини.

Сила в кожній гілці каната:

$$S = \frac{G_\sigma}{m \cdot \cos \alpha_1} k_n = \frac{362,48}{2 \cdot \cos 30^\circ} 1,0 = 209,28 \text{ кН} \quad (2.2)$$

де $m = 2$ - кількість строп;

G_σ – вага станини;

$$G_o = M_c \cdot g = 36,95 \cdot 9,81 = 362,48 \text{ кН}, \quad (2.3)$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

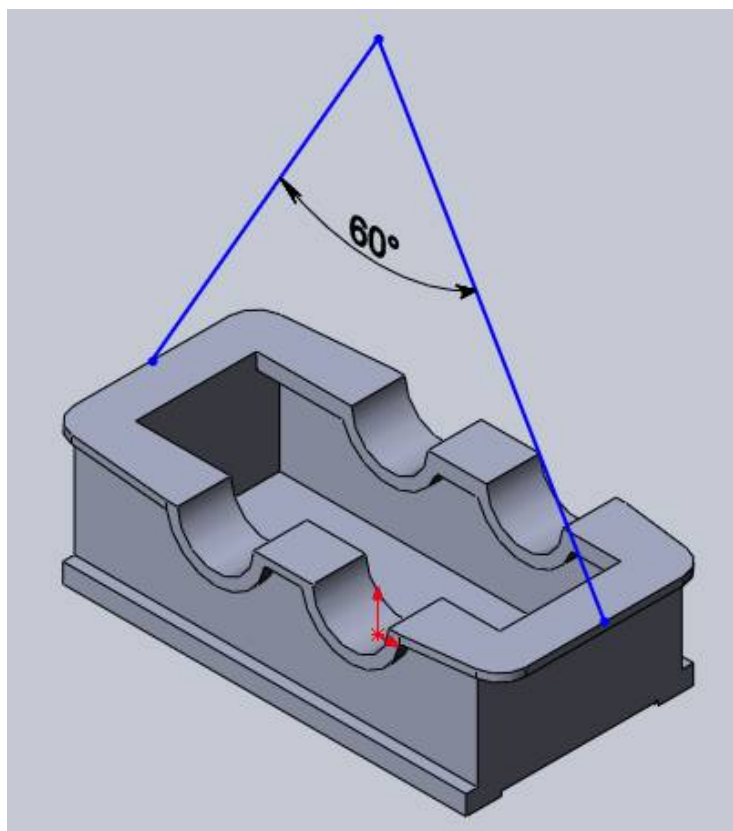


Рисунок 2.6 - Схема закріплення стропів

Канат для строп обирається виходячи з припустимого розривного зусилля в канаті [6]:

$$P_{\max} = S \cdot k = 209,28 \cdot 8 = 1674,24 \text{ кН}, \quad (2.4)$$

де $k = 8$ - коефіцієнт запасу міцності, за умови, що маса не перевищує 50 тон.

Приймаємо канат ТЛК-0 6x37 (1+6+15+15)+1о.с ГОСТ 3079-80 (діаметр канату $d_k = 56 \text{ мм}$; маркувальна група $\sigma_b = 1470 \text{ МПа}$, розривне зусилля канату $P = 1690 \text{ кН}$).

2.3 Монтаж ножиць

Монтаж починають з установки і вивірки станин. Станини з'єднують між собою траверсами за допомогою болтів і шпонок і перевіряють положення на-

прямних верхнього супорта кожної станини. Допустиме зміщення напрямних 0,1 мм.

Станини вивіряють в плані щодо поздовжньої осі по вікнах. Відхилення осі вікна від площини різання не повинно перевищувати 0,5 мм. Вісь ножиць повинна збігатися з віссю прокатки. Допускається зміщення до 1 мм. Відхилення від вертикалі не повинно перевищувати 0,1 мм на 1 м. За базу при установці станин по висоті приймають відмітку опорних поверхонь верхніх траверс; допустиме відхилення не повинно перевищувати 0,5 мм.

Після вивірки станин, і затягування болтів встановлюють гідроциліндри врівноваження нижнього повзуна і здають станини під підливку.

Перед монтажем плаваючою системи перевіряють щільність прилягання валу-ексцентрика до підшипників супорта і нижніх вушок правого і лівого шатунів по плямам торкання (8-10 плям на квадраті розмірами 25×25 мм). Одночасно збирають вузол плаваючою системи (верхній вал, верхній і нижній супорти, вал-ексцентрик, праві і ліві шатуни). Мостовим краном вузол заводять зверху в направляючі станини, встановлюють кришки, перевіряючи площині дотику, і затягують до відмови гайки. Пластина щупа товщиною 0,05 мм не повинна проходити між станиною і кришкою.

Після складання станин монтують механізм притиску, стопорний пристрій і механізм урівноваження верхнього повзуна, потім встановлюють шпindelні пристрій і електродвигун.

2.4 Змащування

Змащування:

1. Мастило клинів горизонтального регулювання зазору між ножами - пластична централізована.
2. Підшипників ковзання ексцентрикового валу в передній панелі і редукторі - рідка централізована.
3. Підшипників ковзання шатуна - пластична централізована.
4. Зачеплення редуктора, підшипників ковзання і коченя редуктора - рідка централізована.
5. Рейкового зачеплення центрувальних лінійок - рідка заливна. Підшипників ковзання зубчастого зачеплення - пластична централізована.
6. Редукторів механізму регулювання горизонтального зазору між ножами - пластична заставна.

7. Редукторів роликового хитного столу - рідка заливна.

8. Редукторів механізму зміни ножів - рідка заливна.

Пункти 1, 3 змащуються від станції густого мастила Г-10.

Живильниками ПД-2-0200-4к. Прокачування проводиться 2 рази на зміну.

Одна за - 2ір. Мастило ІІІ-1.

Редуктора змащуються від циркуляційної системи Р-10. Тип масла ПС-28.

Станції Г-10 і Р-10 встановлені в маслопідвалі № 5.

2.5 Ремонт і ревізія

Ревізію ножиць проводити за графіком ремонту механічного обладнання.

При ревізії перевіряти:

- стан редукторів, підшипників, муфт, болтових і шпонкових з'єднань, гальм, згідно з правилами технічної експлуатації механічного обладнання;

- знос пальців, важелів, тяг;

- забрудненість ножиць (окалина, бруд, мастило і т.і.).

Періодично за графіком ППР робити огляд ножиць поперечного різання.

Перевіряти стан деталей, вузлів, під час роботи яких виявлені дефекти і несправності.

Перевіряти справність дії пускових, гальмівних і блокувальних пристроїв, огороджувальної техніки.

Перевіряти надійність кріплення вузлів і деталей, ослаблення яких при подальшій роботі може викликати аварію або зупинку ножиць.

Перевірити за характером шуму стан відповідальних зубчастих зачеплень редуктора різального механізму. Редуктора приводу ножиць, а також ненормальні вібрації і поштовхи в елементах приводу.

Слідкувати за надходженням рідкого і пластичного мастила в усі змащувальні точки ножиць. Перевіряти налаштування ножиць, тупими ножами не працювати, при радіусі затуплення 1,5 мм різучих кромки - ножі замінити.

Перед пуском в роботу ножиць і після кожної заміни ножів перевіряти відповідність показання покажчика горизонтального зазору між ножами.

Зміна розмірів ножів в результаті перешліфовки необхідно компенсувати сталевими прокладками відповідної товщини, встановлених між ножами і касетою.

Стежити за технічним станом вимірювального роликів (кріплення рами, натягнення пружин в муфтах провала, кріплення планшайби ролка, люфт ро-

лика на валу). Стежити за станом муфт головного приводу (стан зрізних пальців, зазор між напівмуфтами повинен бути мінімальним, правильність регулювання колодкового гальма, співвісність напівмуфт.)

Стежити за станом вертикальних тяг.

Стежити за станом механізму регулювання зазору між ножами (наявність мастила в редукторах і муфтах, а також безпосередньо на клинах і знос надялин на клинах).

Таблиця 2.1 - Перелік можливих несправностей

Найменування несправностей, зовнішні прояви, додаткові ознаки	Ймовірна причина	Метод усунення
1	2	3
Систематична похибка вимірювань обмірними роликками	Знос вимірювального роликів по діаметру	Ввести корекцію в електронну систему управління. При значному зносі роликів замінити їх
Безсистемна похибка вимірювання обмірними роликів	Люфт в муфтах провалу роликів	Усунути люфт в муфтах допомогою компенсуючих пружин
Нерівномірний зазор між ножами	Ослаблення кріплення ножових касет Нерівномірний знос клинів механізму регулювання зазору	Вивести ножові касети, очистити посадочні місця, завести ножові касети, затягнути болти кріплення касет Провести регулювання клинів кожного окремо, починаючи з крайніх, потім середні
Тічка густого мастила на листи	Переповнені «кармани» шатунів у верхньому супорті	Провести очистку карманів верхнього супорта, очистити від зайвої мастила, клини механізму регулювання зазору
Мимовільне переміщення в горизонтальному напрямку верхнього супорта	Мале тиск азотного акумулятора Забиті клапана і вентиля азотного акумулятора	Відрегулювати тиск азотного акумулятора Прочистити клапана і вентиля азотного акумулятора, відрегулювати тиск
Верхній супорт не встановлюється в ВМТ	Ослаблення гальма головного приводу Знос накладок гальма головного приводу	Відрегулювати гальма Замінити накладки гальма головного приводу, відрегулювати гальмо

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Верхній супорт не опускається	Руйнування запобіжних пальців муфт головного приводу	Замінити пальці запобіжних муфт головного приводу
Багаторазове руйнування запобіжних пальців муфти головного приводу	Руйнування кріплення валика муфти головного приводу	Зняти електродвигун розібрати муфту, закріпити валик, зібрати відрегулювати гальма

3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Характеристика ремонтного господарства металургійного комбінату і товстолистого цеху

Ремонтне господарство необхідне для забезпечення постійної працездатності обладнання з високою продуктивністю та економічністю. Ця задача може бути виконана у разі проведення систематичних профілактичних заходів та різних видів ремонтів.

Різні служби ремонтного господарства здійснюють: нагляд за станом обладнання і виконанням правил технічної експлуатації; своєчасне виявлення потреби і забезпечення усіх підрозділів підприємства і, зокрема, товстолистого стана 3000, змінним обладнанням та запасними частинами; планування та проведення ремонтів; надання необхідних послуг у капітальному будівництві.

Для виконання перерахованих робіт на металургійних підприємствах зазвичай створюють велику ремонтну базу (загальнозаводські, міжцехові та цехові ремонтні служби). До складу ремонтного господарства комбінату входять:

- цех ремонту металургійних печей, підпорядкований головному, сталевому плавильнику;
- ремонтні цехи, які знаходяться у підпорядкуванні головного механіка;
- ремонтні цехи, які знаходяться у підпорядкуванні головного енергетика;
- ремонтно-будівельне управління, підпорядковане заступнику директора по капітальному будівництву;
- ремонтні служби виробничих цехів;
- ремонтні служби залізничного цеху.

Для приведення великих ремонтів металургійного обладнання на комбінат запрошують спеціалізовані організації – ремонтні трести. Основні ремонтні роботи виконують цехи головного механіка. Вони виготовляють змінне обладнання та запасні частини, виконують усі ремонти механічного обладнання цехів і господарств комбінату, здійснюють нагляд за станом обладнання.

Цехові ремонтні служби (механослужби та електрослужби товстолистого цеха) здійснюють систематичний догляд за основними фондами.

Для забезпечення безперебійної та економічної роботи обладнання велике значення має раціональна організація ремонтного господарства. Форми його

організації, в залежності від приналежності ремонтних засобів і персоналу, розділяють на:

- 1) децентралізовану - ремонтні засоби та персонал знаходяться у веденні цехів комбінату, при цьому кожний цех самостійно здійснює усі ремонти свого обладнання та виготовляє частину необхідних запасних деталей, ремонтні цехи виготовляють тільки запасні частини. Планування усіх ремонтів здійснює відділ головного механіка;
- 2) централізовану - розділяють на внутрізаводську та міжзаводську (галузеву). При внутрізаводській організації ремонти виконують спеціалізовані ремонтні цехи, при цьому усі ремонтні засоби і ремонтний персонал організаційно зосереджені в одному центрі. У виробничих цехах залишаються лише бригади чергових ремонтних робочих, які виконують догляд, нагляд та роботи по поточному ремонту (заміна швидкозношуваних деталей). При міжзаводській організації ремонти обладнання здійснюють спеціалізовані ремонтні цехи (трести);
- 3) змішану - ремонти здійснюють як цехові ремонтні служби, так і спеціалізовані ремонтні цехи і організації. При цьому цехові ремонтні служби здійснюють поточний ремонт, догляд і нагляд за обладнанням, а основний обсяг ремонтних робіт (капітальні і крупні поточні ремонти) виконується в централізованому порядку.

Найбільш ефективною формою організації ремонтного господарства є централізована, яка визначається рівнем надійності обладнання, з його зміною змінюється ступень централізації. При низькому рівні надійності не можна перейти на повну централізовану форму організації ремонтів в масштабі галузі, оскільки при недостатній надійності роботи обладнання в цехах доводиться містити численний штат ремонтних робітників, тому найчастіше застосовується змішана форма.

В основних цехах комбінату створюють бригади по ремонту механічного (електричного) обладнання, які виконують роботу ремонтних цехів (поточні ремонти, заміна швидкозношуваних деталей, ремонт майданчиків тощо).

Всі майстри ділянок товстолистового цеху підпорядковуються помічнику начальника цеху по механічному обладнанню, а також виконують вказівки механіка цеху і старшого майстра. Всі майстри несуть відповідальність за справний стан механічного обладнання, готують запасні частини для своєї ділянки,

проводять, за допомогою слюсарів-ремонтників, профілактичні огляди, поточні ремонти і підтримують механічне обладнання в справному стані.

Переважно в основних цехах застосовують систему планово-попереджувальних ремонтів (ППР), що має на меті запобігти зношенню обладнання, позаплановим ремонтам, аваріям і підтримувати обладнання в працездатному стані.

Ця система є комплексом організаційних і технічних заходів щодо догляду, нагляду і ремонту обладнання, які здійснюються профілактично у встановлені планом терміни і забезпечують нормальну роботу обладнання.

Система ППР передбачає наступні види обслуговування і ремонту обладнання: поточні міжремонтні обслуговування, періодичні огляди, планові ремонти.

За об'ємом робіт планові ремонти підрозділяються на поточні, середні і капітальні.

Поточні або малі ремонти включають: ремонт, часткову збірку обладнання, заміну швидкозношуваних деталей, вивіряння окремих вузлів, заміну мастила. Поточні ремонти проводяться в дні планових зупинок обладнання відповідно до графіка роботи обладнання. Всі роботи по поточних ремонтах виконують ремонтні бригади цеху з участю експлуатаційного персоналу і чергового із залученням в необхідних випадках персоналу ремонтного куща.

Середні ремонти основного металургійного обладнання займають проміжне положення між поточним і капітальним ремонтами. Здійснюються середні ремонти силами і засобами кущових і загальнозаводських ремонтних цехів з участю виробничого персоналу цеху.

Капітальний ремонт має відновний характер і якісно відрізняється від поточних і середніх ремонтів. Капітальний ремонт передбачає демонтаж обладнання, заміну всіх деталей і вузлів, що зносилися, ремонт або заміну фундаменту, подальший монтаж і вивіряння всього обладнання в цілому. При капітальному ремонті здійснюється конструктивне покращення вузлів і механізмів, їх модернізація.

Основним змістом планування ремонтних робіт є розробка річних, кварталних і місячних планів ремонту обладнання. Плани ремонтів розробляють центральні ремонтні служби заводу спільно з представниками цехів у вигляді

календарних планів-графіків, що передбачають всі види ремонту і відповідну їх ув'язку в часі для агрегатів.

Для визначення тривалості ремонтів необхідно з урахуванням трудомісткості встановити нормативи тривалості ремонтів кожної одиниці і всього комплексу одночасно ремонтovanого обладнання. Для кожного виду ремонту і для кожного агрегату розробляється післяопераційний графік, що передбачає порядок демонтажу, заміни і послідовного монтажу окремих вузлів, час виконання кожної операції, число робітників по професіях і кваліфікаціях, зайнятих на відповідних операціях. На підставі річних графіків складаються місячні графіки, де уточнюються дні зупинок і тривалість ремонтів, виконавці.

Графіки ремонтів є документом, який обґрунтовує розрахунок балансу часу роботи обладнання при побудові виробничої програми цеху.

Здійснення ремонтних робіт відповідно до планів-графіків проводиться протягом Двох періодів:

- період підготовки ремонтів;
- період власне ремонтів.

Підготовка включає завчасну розробку необхідної документації, виготовлення змінних і запасних частин, ремонтних засобів, розробку технології ремонтних робіт, попередню збірку і доставку до місця ремонту окремих частин і вузлів обладнання.

Безпосереднє виконання ремонтів вимагає чіткої розстановки робочої сили відповідно до технологічних графіків, максимально можливого використання ремонтної експлуатаційної техніки для прискореного процесу.

Ефективна організація ремонту забезпечується наявністю кваліфікованого ремонтного персоналу, своєчасної ремонтної бази, необхідними нормативами.

3.2 Обов'язки ремонтного, чергового та експлуатаційного персоналу

Внутрішньозмінне обслуговування обладнання покладається на черговий та експлуатаційний персонал, який зобов'язаний:

- 1) вести систематичний нагляд за роботою устаткування;
- 2) перевіряти свідчення контрольно-вимірjувальних приладів, ступінь нагріву вузлів тертя і достатність надходження до них змашувальних матеріалів;
- 3) проводити регулярні записи в журналі приймання зміни і в агрегатному журналі;

4) виконувати огляди устаткування закріплених ділянок відповідно до графіка, затвердженого керівництва цеху;

5) проводити заміну змінного устаткування, Запасних частин і технологічних пристроїв, виконувати найпростіші вогняні і електрозварювання роботи;

6) усувати дрібні несправності в роботі устаткування, використовуючи для цього між змінні зупинки, внутрішньозмінні технологічні паузи, а при необхідності спеціально зупиняючи для цього устаткування відповідно до діючих правил його зупинки;

7) перевіряти надійність кріплення вузлів і деталей машин, ослаблення яких може викликати аварійну зупинку агрегату, реєструвати наявність вібрації і незвичайного шуму;

8) зберігати устаткування в чистоті і не допускати витоків змащувальних матеріалів.

Ремонтний персонал зобов'язаний:

1) оглядати закріплене за ним устаткування відповідно до правил технічної експлуатації устаткування (ПТЕ) і діючих графіків, результати фіксуються в агрегатних журналах;

2) виконувати регулювальні і налагоджувальні роботи, перевіряти справність захисних блокувань

3) своєчасно усувати дефекти і неполадки на закріпленому устаткуванні; виявляти випадки порушення ПТЕ і відхилення устаткування від нормального стану (по характеру шуму, вібрації окремих елементів, надмірного нагріву) і вживати заходів про недопущення його роботи в такому стані;

4) стежити за роботою устаткування закріпленої ділянки і рекомендувати заходи щодо його удосконалення;

5) давати пропозиції про зміст і об'єми робіт при проведенні чергових ремонтів, а також брати участь в обговоренні ремонтних відомостей і відомостей дефектів;

6) забезпечувати нормальну роботу автоматичної системи змащування;

7) брати участь в проведенні ремонтів устаткування і заміні його частин, що вийшли з ладу;

8) виконувати підготовчі роботи до технічного обслуговування і ремонту устаткування, контрольної збірки вузлів і др.;

9) брати участь в прийманні і контролі якості ремонтних робіт, які виконуються ремонтними цехами і сторонніми організаціями;

10) виконувати роботи по вдосконаленню і модернізації устаткування, доробці і доведенню опитних конструкцій.

3.3 Система оплати праці та преміювання у товстолистовому цеху

Показники плану по праці та заробітній платні розраховуються на основі планованого цеху загального фонду заробітної платні і росту продуктивності праці. При цьому повинні дотримуватись випереджаючі темпи росту продуктивності праці у зрівнянні з темпами росту середньої заробітної платні (при розрахунку середньої заробітної платні працівника цеху враховуються премії з фонду заробітної платні).

Продуктивність праці в товстолистовому цеху залежить від планового обсягу виробництва товарного прокату та облікової кількості працівників цеху. Норми обслуговування різних машин і агрегатів при введенні цеха в експлуатацію приймаються аналогічно з нормами діючих цехів передових підприємств, після чого проводиться коректування на основі фото хронометражних наглядів, що дозволяють враховувати конкретні умови роботи цеху, його персоналу і їх зміни.

Розміщуваний штат чергових слюсарів (табл. 3.1) встановлюють залежно від обсягу робіт шляхом закріплення слюсарів за певними ділянками і агрегатами.

Плановий фонд заробітної платні цеху розраховується на основі планової чисельності працівників цеху і систем оплати праці, встановлених для кожної категорії і груп працівників.

Системи оплати праці робітників враховують роль робітників в здійсненні виробничого процесу. Робота чергових слюсарів оплачується по непрямій відрядно-преміальній системі. Умовою преміювання для всіх категорій працівників є виконання плану цехом.

Конкретні показники преміювання залежать від категорії працівників і груп робочих (розрядів). Премії робітникам передбачаються з фонду заробітної платні (премії встановлюються за виконання плану виробництва і затверджуються адміністрацією і профспілковою організацією).

Таблиця 3.1 – Штатний розклад працівників ділянки стану

Найменування	тарифікація			Дод. відпустка	шифр ступеня механізації	Оплата праці		Кількість бригад	Штат				Погодинна ставка	
	розряд	Шифр групи	Підстава			Система оплати	Розмір заохочення		розстановка		резерв	обліковий	Однієї людини	Обліково-го складу
									В одну зміну	разом				
Слюсар-ремонтник, зайнятий ремонтом обладнання в місцях його установки на ділянках діючих виробництв, основні робітники які користуються правом на пільгове пенсійне забезпечення за списком №1	6	ЧМ-1	2в.563	14,1,- 712	5	СП	35	4	1	4	-	4	46,22	184,88
Слюсар-ремонтник, зайнятий ремонтом обладнання в місцях його установки на ділянках діючих виробництв, основні робітники які користуються правом на пільгове пенсійне забезпечення за списком №1	5	ЧМ-1	2в.562	14,1,- 712	5	СП	35	4	3	12	-	12	43,92	527,04
Газоелектрозварювальник, зайнятий ремонтом на ділянках діючих виробництв, основні на пільгове пенсійне забезпечення за списком	6	ЧМ-1	2в.130	7,1,- 151	2	СП	35	4	1	4	-	4	46,22	184,88
Разом	-	-	-	-	-	-	-	-	5	20	0	20	136,36	896,8

Нарахування відрядної платні працівників проводиться шляхом множення годинної тарифної ставки на кількість відпрацьованих за місяць годин за фактично відпрацьований час і на відсоток виконання плану-графіка виробництва в натуральному виразі.

Для механослужби вводиться погодинно-заохочувальна система оплати праці (табл. 3.2). Оплата за вимушені простої, що відбулися не з вини працівників, проводиться відповідно до колективного договору між правлінням і профспілковим комітетом комбінату з розрахунку до 100% привласненої тарифної ставки. В цілях матеріальної зацікавленості працівників у виконанні виробничих планів-графіків, змінних завдань, дотриманні якості продукції вводиться заохочення.

Таблиця 3.2 - Показники заохочення механослужби ділянки стану.

Норма простоїв, година / % заохочення						
0-1,5	1,51-2,0	2,01-2,5	2,51-3,0	3,01-3,5	3,51-4,0	4,01 і вище
12	10	8	6	4	2	0

За 100% виконання плану-графіка по гарячому прокату після вирізки по бригадах у фізичних тонах - 3%;

За 1 перевиконання плану-графіка по гарячому прокату після вирізки по бригадах у фізичних тонах: денна бригада - 1,0%, змінний персонал - 0,5% але не більш 5,0%.

Загальні положення:

- 1) заохочення нараховується в місяці, наступному за звітним;
- 2) простій з вини працівників цеху оплачується відповідно до колективного договору між адміністрацією і профспілковим комітетом комбінату;
- 3) за роботу в святкові і вихідні дні заохочення нараховується на заробіток по одинарних відрядних розцінках;
- 4) робочий який пропрацював неповний місяць у зв'язку із закликом в ряди Збройних Сил України, переведенням на іншу роботу, вступом до навчального закладу, виходом на пенсію, звільненням по скороченню штату і іншим поважним причинам, виплата заохочення проводиться за фактично відпрацьований час;

5) робочим, звільненим до закінчення місяця з неуважної причини (власне бажання, прогул) нарахування заохочення не проводиться;

6) за порушення виробничих і технологічних інструкцій, правил ТБ, охорона навколишнього середовища, виробничої і трудової дисципліни, приписки і спотворення звітності і інші упущення в роботі начальнику цеху надається право зменшити розмір заохочення винен або не виплачувати його повністю;

7) робочі, привернуті за хуліганство, пияцтво до адміністративної або кримінальної відповідальності або при вживанні заходів суспільної дії позбавляються заохочення повністю;

8) повне або часткове позбавлення заохочення проводиться за той розрахунковий період, в якому вчинено упущення і оформляється розпорядженням по цеху;

9) робочим, звільненим з попереднього місця роботи за систематичні порушення трудової дисципліни, прогули без поважної причини, появи на роботі в нетверезому стані заохочення в течії 6 місяців виплачується в половинному розмірі;

10) робітникам, що знов поступили на роботу, заохочення за відпрацьований час в першому місяці може виплатити по розсуду начальника цеху;

11) оплата праці і заохочення працівників проводиться відповідно до довідки про виконання плану-графіка планово-економічного відділу комбінату. Всі виплати проводяться в межах планового фонду оплати праці;

12) при невиконанні плану виробництва з незалежних від працівника причин оплата проводиться в розмірі 100% привласненої тарифної ставки за фактично відпрацьований час згідно з колективною угодою;

13) про відміну або зміну положення про преміювання працівники сповіщаються не пізніше, ніж за 2 місяці.

4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРОБОК

4.1 Розрахунок економічної ефективності заходів проекту

Заходами проекту передбачено заміну гільйотинних ножиць, на ножиці з перекочуванням різь, що сприятиме зменшенню простоїв обладнання на ремонті та збільшенню міжремонтного періоду в два рази.

Таким чином, час простоїв скоротиться приблизно на 8 годин у рік.. На 2 години зменшується час ремонту при заміні ножиць, який проходить двічі на рік, та зменшується кількість ремонтів, зв'язаних з заміною касет.

Завдяки зменшенню зупинок стану та часу простою на ремонті, цех зможе випусти на 1100 тон в рік прокату більше, ніж раніше (при місячному плані 37000 тон на місяць). Розрахуємо очікуваний річний додатковий прибуток:

$$D_p = \Pi * (\text{Ц} - \text{С}) = 1100 * (25500 - 13750) = 12925000 \text{ грн/рік}$$

де $\Pi = 1100 \text{ т/рік}$ – збільшення виробництва стану за рахунок зменшення простоїв стана;

$\text{С} = 12400 \dots 15100 = 13750 \text{ грн/т}$ С – середня собівартість однієї тони продукції станом на 2019 рік;

$\text{Ц} = 21000 \dots 30000 = 25500 \text{ грн/т}$ – середня ціна однієї тони продукції в цінах 2019 року.

За рахунок того, що гільйотинні ножиці можна продати за ціною металобрухту, то загальні витрати на придбання та встановлення ножиць з перекочуванням різь складуть в розмірі:

$$\text{Ц}_p = \text{В}_r - \text{В}_k = 45200000 - 1500000 = 43700000 \text{ грн.}$$

$\text{В}_r = 1500000 \text{ грн.}$ – вартість гільйотинних ножиць з урахуванням робіт по демонтажу;

$\text{В}_k = 45200000 \text{ грн.}$ – вартість ножиць з перекочуванням різь з урахуванням витрат на монтаж.

Таким чином, очікуваний термін окупності від запровадження нововведень складатиме:

$$O = \frac{\text{Ц}_p}{D_p} = \frac{43700000}{12925000} = 3,4 \text{ року.}$$

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Товстолистовий цех характеризується складністю та різноманітням механічного обладнання, в зв'язку з чим в виробничому процесі в основному мають місце небезпечні фізичні фактори, такі як: рухомі машини та механізми, прокат, що пересувається по рольгангам, електричній струм, роботи на висоті, кранове обладнання.

Також мають місце шкідливі фактори, які негативно впливають на робітників цеху: підвищена температура, вібрації, підвищений рівень шуму.

Оператори на постах управління технологічним процесом піддаються впливу таких шкідливих виробничих факторів, як перевантаження аналізаторів, монотонність праці.

Состав газів в атмосфері на ділянці нагрівальних печей характеризується наступними компонентами: сірчистий ангідрид (SO_2); окисли азоту (NO , NO_2).

Наявність різних газів в атмосфері цеху, обумовлено порушеннями технологічного режиму, несправністю й недосконалістю обладнання. До основних джерел виділення шкідливих газів відносяться нагрівальні пристрої, прокатний стан, ріжучі плазміні механізми і інше технологічне обладнання.

У прольотах прокатного стана, на ділянках різання й складування металу, крім технологічних газів в атмосферу цеху надходить значна кількість газів, що утворюються при згорянні мастильних матеріалів.

Електромостові крани також являються носіями небезпечних факторів. Найбільш важким різновидом аварій є обвалення моста крана, коли його ходові колеса сходять зі шляхів. Також можливе падіння вантажу, який транспортується краном.

У цеху основними двигунами являються електромотори. Допоміжні пристрої, електромостові крани, електролебідки, рольганги, шлепери, правильні машини, ножиці, кантувачі листів також приводяться від електромоторів.

Наявність великої кількості електрообладнання та електрокомунікацій викликає небезпеку для робітників цеху. При впливі електричного струму на робітника виникають електротравми - електричні удари та опіки. Електричний удар виникає при зіткненні робітника зі струмопровідними частинами обладнання. Опіки виникають при проходженні через тіло людини значних струмів

(більше 1А). Контактний опік ділянки тіла є наслідком перетворення енергії електричного струму, який проходить через нього, в теплову. Від загальної кількості електричних опіків 25% складають дугові опіки, обумовлені дією електричної дуги, яка створює високу температуру.

Небезпека травмування при роботі з електроустаткуванням може виникнути в наступних випадках: від дотику до неізольованих дротів, контактів, до установок які знаходяться під напругою; від дотику до корпусів машин і апаратів з пошкодженою ізоляцією; у випадках знаходження робітника на близькій відстані від дроту, який впав на підлогу і який знаходиться під напругою; при виникненні електричного потенціалу на вологій підлозі, стінах.

Приміщення цеху відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою ураження людини електричним током і характеризується наявністю таких умов: струмопровідні підлоги, підвищена температура, наявність великої кількості електрообладнання.

При експлуатації прокатних станів виникають такі небезпечні фактори: захоплення частин одягу й кінцівок робітника валками, або обертовими шпинделями й сполучними муфтами, опіки гарячим металом, а також удари й ушкодження осколками і окалиною, що відлітають при прокатці розкату.

При експлуатації допоміжного обладнання можливі такі небезпечні фактори: механічні ушкодження робочими органами машин (лапами кантувачів листів, листами при кантуванні, дисками ножиць при різанні листів), захоплення частин одягу і кінцівок робітника роликками рольгангів, валками листоправильної машини, робочими органами канатних і ланцюгових шлеперів.

На ділянках нагрівання, прокатки й транспортування гарячого металу температури навколишнього середовища перевищують санітарні норми, має місце знижена вологість повітря. У цеху багато основних і допоміжних операцій супроводжуються виділенням значних кількостей пилу. Великі фракції пилу швидко осідають, а дрібні - тривалий час перебувають у повітрі, що негативно впливає на організм людини.

Найбільша інтенсивність теплового випромінювання має місце на робочих місцях біля нагрівальних печей, біля прокатного стану, на ділянці різки металу (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 - Дані про теплове опромінення

№	Місце теплового опромінення	Теплове опромінення Вт/м ²	ПДР Вт/м ²
1	Нагрівальні печі (у вікна)	1227-1596>2000	140
2	Посад у піч - штовхач	1937>2000	140
3	Кліть чорнова	1375-1781>2000	140
4	Кліть чистова	1585-1980>2000	140
5	Дискові ножиці	>2000	140
	ПУ дискових ножиців	536-707	140
6	Ножиці з перекочуванням різу	>2000	140
	ПУ №7 Н №3 (р. місце оператора)	197-234-1932	100
7	Р. місце клеймувальника	1799-1854-1932	100
	Там же без металу	105-132	100
8	Р. місце вальцювальника	>2000	100
9	Стелажі видачі стана	355-515	140

Багато технологічних операцій у цеху супроводжується утворенням шумів низької і високої частоти. Голосними шумами, рівень яких, в деяких випадках, значно перевищує припустимі санітарні норми, супроводжується транспортування металу по рольгангам, прокатка металу на стані, різання листів на ножицях, кантування на кантуючи пристроях.

Дані про виробничий шум приведені в таблиці 5.2.

Сумарний рівень звукового тиску

$$L_m = 91 - 82 = 9, 91 + 0,5 = 91,5 \text{ Дб}$$

$$92 - 91,5 = 0,5 \quad 92 + 2,75 = 92,75 \text{ Дб}$$

$$94 - 92,75 = 1,25, 94 + 2,375 = 96,375 \text{ Дб}$$

$$16,375 - 96 = 0,375 \quad 96,375 + 2,8 = 99,175 \text{ Дб}$$

$$99,175 - 97 = 1,825 \quad 99,175 + 2,1 = 101,275 \text{ Дб}$$

$$101,275 - 97 = 3,725 \quad 101,275 + 1,6 = 102,875 \text{ Дб}$$

$$108 - 102,875 = 5,125 \quad 108 + 1,1 = 109,1 \text{ Дб}$$

Таблиця 5.2 – Виробничий шум у товстолистовому цеху

№	Найменування виробничої ділянки	Припустимий рівень шуму, дБ (ГОСТ 1.2. 1.003-76)	Фактичний рівень шуму, дБ
1	Нагрівальні печі	80	82
2	Ділянка стана		
	Кліть чистова	80	96
	Кліть чорнова	80	97
3	Стелажі видачі стана	80	92
4	Стелажі видачі термовідділення	80	94
5	Ножиці з перекочуванням різку	80	108
6	Дискові ножиці	80	97
7	Гідроаккумуляторна	80	91

Виробничий шум різної інтенсивності і спектра (частоти), який довгостроково впливає на робітників цеху, приводить до зниження гостроти слуху, а іноді до розвитку професійної глухоти у робітників. В деяких випадках шум може впливати на психіку та емоції робітників.

Для нормальної праці метеорологічні умови повинні відповідати нормам ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ "Повітря робочої зони" (табл. 5.3)

Таблиця 5.3 – Оптимальні норми температури, відносної вологості і рухливості повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Пора року	Категорія роботи	Температура	Відносна вологість, %	Рухливість повітря, не більше
Холодна і перехідна (температура зовнішнього повітря нижче +10°C)	Середньої важкості II б	17-19	60-40	0,3
Тепла (температура зовнішнього повітря +10 C° і вище)		20-22	60-40	0,4

5.2 Заходи щодо безпеки праці

Для запобігання проникнення працюючих у небезпечну для людей зону дії небезпечного виробничого фактора, а також можливого пошкодження пристроїв, механізмів, чи інших елементів обладнання широко застосовують різні технічні засоби.

Для безпечного обслуговування обладнання цеху все обладнання встановлено і розташовано так, що забезпечено безпечний доступ для його огляду і ремонту, а під час роботи виключена можливість зіткнення робітника з обертовими частинами обладнання.

Відповідно до існуючих вимог усі приводи, Передачі, рухомі деталі, деталі, що обертаються (вали, шпинделі, муфти) повинні бути обладнанні захисними огороженнями з суцільного листового металу, або металевої решітки, що попереджають механічний вплив фізично небезпечних факторів на людину. Також у цеху застосовують обмежувальні пристрої – конструкції, що обмежують зону, у якій можливий вплив на людину небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Найпоширенішими обмежувальними пристроями є бар'єри, що обмежують певну зону або пересування обслуговуючого персоналу.

Для безпечного переходу через рольганги, транспортери, конвеєри встановлені перехідні містки, настил яких футерують вогнестійкою цеглою для захисту від теплового випромінювання.

У цеху застосовується звукова попереджувальна сигналізація, що попереджає обслуговуючий персонал про пуск і зупинку обладнання, про порушення і екстремальні відхилення технологічних процесів. Також застосовується оперативна та інформаційна сигналізація.

Усе кранове обладнання цеху підлягає огляду не рідше одного разу в 12 місяців, при цьому перевіряється справність гальмівної системи, наявність системи ключових вимикачів, справність обмежників ходу кранової підвіски, виконання вимог пред'явлених до крюкової підвіски. Також здійснюється постійний нагляд за станом моста крана.

При ремонтах обладнання широко застосовується биркова система.

До основних способів захисту від ураження електричним струмом при дотику людини до частин обладнання, що проводять електричний струм, відносять: ізоляцію, використання малої напруги, огорожувальні пристрої, попереджувальну сигналізацію, засоби захисту.

Внутрішньоцехова електрична мережа виконується з ізольованих дротів або кабелів, захисні оболонки яких задовольняють вимогам механічної міцності і стійкості. Для спусків від магістральних ліній електричного ланцюга ізольовані дроти прокладають у металевих трубах .

Малі напруги використовують при роботі з переносними електроінструментами , а також з ручною переносною лампою. У цих випадках використовують напруги не більше 42 В. При нарузі до 42 В струм, який проходить через тіло людини, є небезпечним.

Можливість забезпечити недоступність до частин обладнання, що проводять електричний струм. Дають такі способи:

1) розміщення обладнання на недоступній висоті. Таке розміщення забезпечується вибором висоти підвісу дротів. Усі лінії електропередач напругою до 1000 В розташовані на відстані не менше 6,5 метрів від підлоги;

2) огороження струмоведучих частин обладнання. Використовуються суцільні та сітчасті огороження. Для електроустановок з напругою більше 1000 В використовують огороження, які мають двері і зачиняються на замок.

Для попередження про небезпеку наближення до частин обладнання, які знаходяться під напругою використовуються попереджувальні плакати.

Для роботи з електроустаткуванням застосовують електрозахисні засоби: основні (діелектричні рукавиці, інструменти з ізольованими ручками) і додаткові (діелектричні калоші й килимки, ізолюючі підставки).

Усе обладнання, яке не знаходиться під напругою, але є можливість виникнення на поверхні обладнання електричного струму, штучно заземлюється.

У механізмах й агрегатах цеху, а також в електроустаткуванні застосовуються блокувальні системи механічних, електромеханічних, фотоелектричних, електричної конструкцій. Блокувальні пристрої або припиняють процес або роботу обладнання, не допускаючи виникнення небезпечних виробничих факторів, або нормалізують параметри процесу роботи обладнання при їхніх відхиленнях вище встановлених меж.

У зв'язку з перевищенням санітарної норми концентрації пилу на робочих місцях необхідно у цеху провести наступні заходи: введення раціональних технологічних процесів й удосконалення устаткування, застосування ефективної герметизації й аспірації всіх джерел виділення пилу, зволоження пилу водою або парою; пристрій спеціальної вентиляції уловлювання пилу від місць пилоу-

творення з очищенням повітря перед викидом повітря в атмосферу через систему фільтрів; регулярне збирання пилу з робочих місць; застосування індивідуальних засобів захисту (респіраторів, окулярів, спецодягу).

Основні заходи щодо зменшення загазованості пропонуються наступні: забезпечення постійного нагляду за дотриманням технологічних інструкцій й інструкцій з техніки безпеки; дотримання затверджених технологічних режимів; проведення регулярних профілактичних оглядів устаткування й газових комунікацій для своєчасного виявлення витoku газу; забезпечення повного згоряння газу й справності системи видалення продуктів згоряння.

Наявність чисельних джерел теплового випромінювання вимагає дотримання спеціальних заходів щодо створення на цих ділянках нормальних санітарно-гігієнічних умов.

Для оздоровлення умов праці в місцях інтенсивного теплового випромінювання, пропонуються наступні заходи: здійснення комплексної механізації й автоматизації технологічного процесу, щоб виключити роботу в зоні дії промислової енергії; застосування екранів, що відводять або поглинають випромінюване тепло. Крім того, видалення надлишку тепла аерацією, застосуванням повітряних душів й охолодження поверхні на робочих місцях; застосування раціонального режиму праці й відпочинку, улаштування захищених від випромінюваного тепла й обладнані повітряними душами місця відпочинку, спеціальні кімнати з охолодженими стінами, а також проводити заходи щодо особистої профілактики працюючих (раціональний питний режим, встановлення водяних душів, забезпечення належним спецодягом, спецвзуттям, окулярами).

У цеху при застосуванні високотемпературних процесів, є постійна небезпека виникнення пожежі. У роботі з попередження пожеж головним напрямком є пожежна профілактика - система заходів, проведених з метою попередження пожеж, обмеження поширення виниклих пожеж, створення умов для евакуації людей з палаючих будинків і швидкого гасіння пожеж.

5.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Згідно ГОСТ 2.01.02. - 85 по ступені пожежної небезпеки виробництва підрозділяються на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д.

Товстолистовий цех відноситься до пожежонебезпечних виробництв, категорія "Г", тому що його виробництво пов'язане з обробкою неспалених ре-

човин у розпеченому стані, процес обробки яких пов'язаний з виділенням великої кількості тепла, іскор, окалини й т.д.

У цеху є ділянки з підвищеною пожежонебезпекою - це мастилопідвали й склад ГЗМ.

Будівля цеху відноситься до важкозгоряючих.

Воно виготовлено із заліза й бетону. Межа вогнестійкості будинку становить 15 хвилин, що визначається межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій і межами поширення вогню по цих конструкціях.

Межею вогнестійкості називається час у годинниках від початку випробування конструкції на вогнестійкість до виникнення одного з наступних ознак: 1) утворення в конструкції наскрізних тріщин й отворів, через які проникають продукти згоряння або полум'я; 2) підвищення температури на поверхні, що обігріває не, конструкції в середньому більш ніж на 1400°C ; 3) втрата конструкцією несучої здатності, тобто обвалення її.

Для зниження пожежної небезпеки цех має пожежну сигналізацію й зв'язок. На вулиці навколо будинку цеху, у побутових приміщеннях і коридорах установлені пожежні крани високого тиску. На всіх ділянках є протипожежні щити.

Площа цеху складає 50000 м^2 . На дану площу передбачено 38 порошкових вогнегасників ОП-10, 13 вуглекислотних вогнегасників ОУ-5 і ОУ-8, 7 вогнегасників УП-1м і УП-2м, 50 шухляд з піском місткістю 0.5 м^3 з лопатами.

Для захисту будинку від блискавки застосовуються блискавковідводи, розташовані рівномірно по площі горизонтальної проекції будинку, що мають окремий заземлювач.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблені заходи щодо заміни гільйотинних ножиць на ножиці з перекочуванням різку стану 3000 товстолистового цеху з метою підвищення якості готового металопрокату, а також заходи по монтажу, ремонту, змащенню та організації технічного обслуговування обладнання, висвітлені питання техніки безпеки та охорони праці.

1. Враховуючи досвід експлуатації відзначається, що для різання товстолистового прокату широкого поширення, були ножиці з похилими ножами типу гільйотини. Вони мають ряд істотних недоліків, значний відгин відрізуваного листа, що веде до збільшення його неплоскостності, незадовільні енергосилові параметри. Через сильні викривлення обрізаного листа потрібна установка додаткових правильних машин, що здорожчує вартість комплексу різання..

2. Ножиці з перекочуванням різку, незважаючи на свою складну кінематику, забезпечують більш високу якість різання листів за рахунок мінімального переміщення верхнього ножа відносно розрізуваного прокату, а також за рахунок практично постійного перекриття по всій довжині різку. Завдяки цьому лист менше викривляється в процесі різання.

3. Під час монтажних і демонтажних робіт з ножицями з перекочуванням різку доцільно використовувати 2 стропи виготовлені з канату ТЛК-0 6х37 (1+6+15+15)+1 о.с ГОСТ 3079-80 (діаметр канату $d_k = 56$ мм; маркувальна група $\sigma_b = 1470$ МПа).

4. Пропоновані заходи дозволять отримати додатковий прибуток у розмірі 12925000 грн/рік, а термін окупності вкладень складе 3,4 року.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К. В. Фролов (пред.) и др. – М. : Машиностроение, 2000. – . – Т. IV-5: Машины и агрегаты металлургического производства / Н. В. Пасечник, В. М. Сеницкий, В. Г. Дрозд и др.; Под. общ. ред. В. М. Сеницкого, Н. В. Пасечника. – 2000. – 912 с.
2. Машины и агрегаты металлургических заводов : учебник для вузов / А. И. Целиков, П. И. Полухин, В. М. Гребеник и др. – М. : Металлургия, 1987 – . – Т. 3: Машины и агрегаты для производства и отделки проката. – 1988. – 680 с.
3. Королев А. А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов / А. А. Королев. – М. : Металлургия, 1985. – 375 с.
4. Иванченко Ф. К. Розрахунок машин і механізмів прокатних цехів: навч. посібник / Ф. К. Иванченко, В.М. Гребеник, В.І. Ширяев. – К. : Вища шк., 1995. – 445 с.
5. А.с. 727344 СССР, МКИЗ В 23 D35/00. Нож для ножниц с катящимся резом / Адамович Р.А., Рудельсон Л.М., Рогоза А.М і Пальмин А.Д. (СССР). – №2636077/25-27; заявл. 03.05.78; опубл. 25.04.80, Бюл. №14.
6. А.с. 902989 СССР, МКИЗ В 23 D 15/06. Нож для ножниц с катящимся резом / Адамович Р.А., Рудельсон Л.М., Рогоза А.М і Пальмин А.Д. (СССР). – №293509/25-27; заявл. 04.06.80; опубл. 07.02.82, Бюл. №5.
7. А.с. 1038107 СССР, МКИЗ В 23 D 15/06. Ножницы для резки листа / Шербак Л.П., Калетин И.М., Горелов О.В. (СССР). – №3443656/25-27; заявл. 26.05.82; опубл. 30.08.83, Бюл. №32.
8. Катренко Л.А., Кит Ю.В., Пистун И.П., Охорона праці. Курс лекцій: Навчальний посібник. - Суми: ВТД "університетська книга ", 2003. 496с.
9. Бринза В. Н. Охрана труда в черной металлургии / В. Н. Бринза, М. М.Зиньковский. – М. : Металлургия, 1982. – 336 с.

ДОДАТКИ